

## **Магістерська дисертація**

на тему: Смарт-шолом велосипедиста

---

---

---

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

«На правах рукопису»  
УДК

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)                      Ю.В. Киричук  
(ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
на тему: Смарт-шолом велосипедиста

Виконав: студент 2 курсу, групи ПМ – 81мп  
(шифр групи)

Фасоля Олександр Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Науковий керівник професор, д.т.н. Киричук Юрій Володимирович

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультант Розробка доцент, д.е.н. Бояринова К.О.

стартап-проекту  
(назва розділу)

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент нач. сектора ДП «Держ ККБ «ЛУЧ» Заболотний С.Л.

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гераїмчук  
(ініціали, прізвище)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Фасолі Олександрю Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема дисертації Смарт-шолом велосипедиста

науковий керівник магістерської дисертації

Киричук Юрій Володимирович, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету № 3848-с від «07» листопада 2019р

2.Строк подання студентом дисертації 11.12.2019

3.Перелік завдань, які потрібно розробити: огляд матеріалів за темою магістерської дисертації; розробка структурної та електричної схеми пристрою; дослідження роботи пристрою; аналіз та узагальнення результатів дослідження;  
висновки.

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 6.1. Огляд аналогів пристрою – 1 арк. ф. А1; 6.2. Презентаційний лист – 1 арк. ф. А1; 6.3. Складальний кресленик приладу – 1 арк. ф. А1; 6.4 Структурна схема – 1 арк. ф. А1; 6.5. Електрична схема – 2 арк. ф. А1; 6.6. Лист результатів експериментальних дослідження – 2 арк. ф. А1.

5.Орієнтовний перелік публікацій: «Система керування дельта робота»,  
«Смарт-шолом велосипедиста».

## 6. Консультант розділу дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розробка стартап-проекту</i>	Бояринова К.О. д.е.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 29.10.19

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів дисертації	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням	29.10.19-31.10.19	
2.	Огляд матеріалів за темою дисертації	31.10.19-05.11.19	
3.	Розробка принципової схеми	05.11.19-11.11.19	
4.	Розробка конструкції пристрою	11.11.19-18.11.19	
5.	Виконання експериментальних досліджень	18.11.19-25.11.19	
6.	Розробка стартап-проекту	25.11.19-02.12.19	
7.	Оформлення текстової та графічної частини	02.12.19-09.12.19	
8.	Представлення роботи на перевірку науковому керівнику	09.12.19-13.12.19	
9.	Передача роботи на перевірку збігів/схожості текстів	13.12.19	

Студент

(підпис)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

О.І. Фасоля

(ініціали, прізвище)

Ю.В. Киричук

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з 103 сторінок, на яких розміщено 33 , 36 36 .

**Актуальність:** на даний момент в зв'язку з поширенням використання велосипедного транспорту є актуальним розробка та впровадження пристроїв, функція яких буде полягати забезпечені та попередженні настання аварійних ситуацій при русі в міському трафіку.

**Мета магістерської дисертації:** вибір оптимального способу закріплення пристрою, підвищення точності в роботі розробленої моделі.

**Завдання:**

1. Виконати огляд гаджетів для велосипедистів, коротка характеристика.
2. Розробка структурної схеми та розробка алгоритму роботи пристрою.
3. Огляд та вибір основних компонентів для реалізації моделі пристрою.
4. Експериментальне дослідження роботи та обрання способу закріплення створеної моделі.
5. Аналіз отриманих даних в результаті проведення експерименту.

**Об'єкт:** пристрій для попередження аварійних ситуацій при пересуванні на велосипеді містом за умов поганої видимості.

**Предмет:** розробка алгоритму роботи пристрою для велосипедистів, що дозволить інформувати заздалегідь інших учасників руху про наміри велосипедиста.

**Наукова новизна:** полягає у проектуванні та конструюванні пристрою, який допоможе підвищити безпеку в момент руху на велосипеді в міському потоці транспорту.

**Публікації:** в науково-технічних конференціях «Погляд у майбутнє приладобудування», «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні».

Результати роботи було опубліковано у матеріалах 2 конференціях.

## ABSTRACT

The master's dissertation consists of 103 pages, which contain 33 drawings, 36 tables and 36 sources.

**The urgency:** Currently, due to the increasing use of bicycle transport, the development and implementation of devices, the function of which will be secured and prevention of accidents when driving in urban traffic, is relevant.

**The purpose of the master's dissertation:** choice of the optimal method of fixing the device, improving the accuracy in the work of the developed model.

**Task:**

1. Perform a review of cycling gadgets, a brief description.
2. Development of the block diagram and development of the algorithm of the device.
3. Overview and selection of the main components for the implementation of the device model.
4. Experimental study of the work and choosing the method of fixing the created model.
5. Analysis of the data obtained as a result of the experiment.

**Object:** A device for preventing accidents when cycling in the city in poor visibility.

**Subject:** Development of an algorithm for cycling device operation that will inform in advance other road users about the cyclist's intentions.

**Scientific novelty:** is the design and construction of a device that will help increase safety while cycling in an urban traffic stream.

**Publications:** in scientific and technical conferences «Looking into the future of instrument making», «Efficiency of engineering decisions in instrument making».

The results of the work were published in two conferences.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ .....	11
1.1. Датчик падіння від ICE .....	11
1.2. Велошолом Lumos .....	12
1.3. Замок Bitlock .....	13
1.4. Навігація для велосипедистів Blubel .....	14
1.5. Велошолом COROS SafeSound Urban .....	15
1.6. Хайтек рукавиці велосипедиста Zackses' .....	16
1.7. Висновки до першого розділу .....	17
2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	18
2.1. Розробка структурної схеми пристрою.....	18
2.2. Вибір основних компонентів пристрою.....	19
2.2.1. Вибір мікроконтролера .....	20
2.2.2. Вибір акселерометра .....	24
2.2.3. Вибір радіо модуля.....	26
2.2.4. Вибір світлового індикатора .....	29
2.3. Розробка електронної схеми з'єднань .....	31
2.4. Математична модель акселерометра .....	37
2.6. Висновки до другого розділу .....	41

					МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Фасоля			Смарт-шолом велосипедиста			Літера	Аркуш	Аркушів	
Перевір.		Киричук								7	103
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.		Киричук									

3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	43
3.1. Підготовка експерименту .....	43
3.2. Виконання експерименту та обробка результатів.....	46
3.3. Висновок до третього розділу .....	60
3. СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	62
4.1. Опис ідеї проекту .....	62
4.2. Технологічний аудит ідеї проекту.....	65
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	66
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту .....	74
4.5.Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	76
4.6. Висновки до четвертого розділу.....	80
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	83
ДОДАТКИ.....	87
Додаток А.....	87
Додаток Б .....	98



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

МК – мікроконтролер;

МП – мікропроцесор;

ОЗУ – оперативна пам'ять;

ПЗУ – постійна пам'ять;

$m_i$  - маса чутливого елемента, кг;

$\vec{W}_i$  - абсолютне прискорення, м/с<sup>2</sup>;

$\vec{F}_i$  - головний вектор зовнішніх сил;

$C_i$  - коефіцієнти жорсткого пружного підвісу;

$\vec{r}_i$  - радіус-вектор відносного зміщення центра мас чутливого елемента;

$f_i$  - коефіцієнти демпфування;

$\vec{\omega}$  - кутова швидкість;

$\vec{\rho}_i$  - радіус-вектор, що з'єднує центр мас з початком координат;

$\vec{\varepsilon}$  - кутове прискорення;

$B_{ax}, B_{ay}, B_{az}$  - нулеві сигнали;

$S_{ax}, S_{ay}, S_{az}$  - масштабний коефіцієнт;

$n_{ax}, n_{ay}, n_{az}$  - випадковий шум.

## ВСТУП

Зараз у світі набирає широкої популярності тенденція збереження навколишнього середовища. Один з аспектів збереження екології є використання для пересування транспорту, який в результаті свого функціонування не забруднює навколишній світ та не виробляє шкідливі викиди до атмосфери при функціонуванні.

До транспорту, що описаний вище відноситься велосипед. При використанні цього виду транспорту користувач забезпечує зменшення шкідливих викидів до атмосфери, а також поліпшення фізичного стану, оскільки для приведення цього виду транспорту необхідно прикладати фізичне зусилля.

При використанні велосипеду у місті в момент руху дорогами загального використання для забезпечення безпеки велосипедиста застосовується велошолом, який у разі настання аварійної ситуації має зменшити травмування.

Зі швидким розвитком технологій з'явилася необхідність у створення пристрою, який виконуватиме основну функцію, як захист велосипедиста, так додання додаткового функціоналу. Додаткові функції повинні попереджувати настання аварійної ситуації.

Тому є потреба розробки додаткових пристроїв для велосипедистів, які дозволять збільшити рівень безпеки в момент руху велосипедом містом та залишатиметься високо технологічним пристроєм.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

# 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

З розвитком техніки та технологій було розроблено велику кількість пристроїв для велосипедистів, які виконують різні функції, наприклад:

- пристрої для індикації напрямку руху велосипедиста;
- пристрої для навігації;
- бортові комп'ютери;
- пристрої для моніторингу активності велосипедиста та інші.

Основними принципами, які повинні зберігатися при розробці пристроїв для велосипедистів є безпечність, функціональність та сучасність.

Виконаємо огляд пристроїв, які позиціонують себе як пристрої для велосипедистів.

## 1.1. Датчик падіння від ICE

Конструкція датчика розроблена таким чином, що дозволяє встановити його на шоломи провідних виробників (див. рис. 1.1). В разі настання аварійної ситуації, а саме падінні або аварії датчик надсилає сигнал до смартфона на якому встановлено додаток, який надсилає сигнал тривоги. Сигнал тривоги відправляється у тому випадку, якщо велосипедист за відведений час після падіння не зайде до додатку та не відмінить відправлення інформації. Тобто, у випадку, якщо користувач втратив свідомість у наслідок падіння з велосипеда, то він гарантовано отримає допомогу. Перевагою даного пристрою, окрім швидкого інформування про настання аварії, також надсилаються GPS-координати місця аварії, що дозволяє місце знаходження людини, яка потрапила у аварію та потребує негайної допомоги.

Запропонований пристрій підвищує шанси на отримання допомоги, якщо велосипедист потрапив в аварію та втратив свідомість. Цей гаджет дозволяє скоротити час на пошук потерпілого.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок. 1.1. Датчик падіння

## 1.2. Велошолом Lumos

Велошолом зі вбудованою індикацією (див. рис. 1.2), що інформує учасників руху про наміри велосипедиста.

На передній частині встановлено білу діодну стрічку, яка забезпечує освітлення проїжджої частини дороги в напрямку погляду велосипедиста та виділяє велосипедиста для зустрічного транспорту.

На задній частині шолома розташовані вказівники повороту. Для включення сигналу повороту використовується контролер з бездротовим зв'язком, який встановлено на кермі. Також контролер має світлову та звукову індикацію – це нагадує про необхідність виключення сигналу по завершенню маневру.

Цей пристрій не тільки підвищує видимість велосипедиста, а й інформує усіх учасників дорожнього руху про запланований маневр.

Напевно це найбільш необхідний гаджет для запобігання настанню аварійної ситуації при пересування містом. Бо потрібно не лише забезпечувати безпеку при настанні аварійної ситуації, а також необхідно проводити заходи для зменшення можливостей настання даних ситуації.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.2. Велошолом Lumos

### 1.3. Замок Bitlock

Bitlock – це пристрій, який поєднує в собі функції замка та трекера. Відкривається через додаток або введення коду. Проводить слідкування за активністю та може надсилати точні координати місце знаходження.

Батарея пристрою розрахована на 10000 відкриванню/закриванню. Цього достатньо для 5 років використання батареї.

Bitlock використовує шифрування, яке використовується в банківських системах. Bitlock виготовляється з підсиленої та термічно обробленої сталі.

Наданий час додаток підтримується на пристроях під керуванням операційної системи Android та IOS.

А також, Bitlock призначений для використання при різних погодних умовах. Внутрішні компоненти герметичні та захищені від зовнішньої дії, а пристрій має змогу працювати у широкому температурному діапазоні.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 1.3. Замок Bitlock

#### 1.4. Навігація для велосипедистів Blubel

Це інноваційний пристрій, який з'єднується із смартфоном за допомогою Bluetooth та використовується як пристрій, що вказує напрямок за яким можливо дістатися від однієї до іншої точки.

Пристрій Blubel (рис. 1.4) виглядає, як велосипедний дзвоник, що обладнаний по колу 12-ма світловими індикаторами.

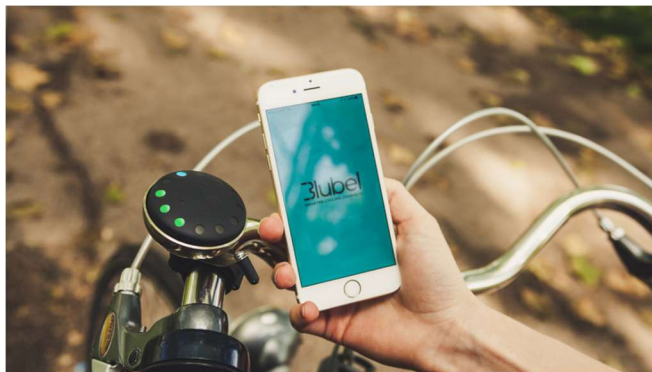


Рисунок 1.4. Пристрій навігації Blubel

Пристрій підключається до смартфона, який в свою чергу має бути підключений супутникової навігації. Потім у спеціальному додатку задається маршрут руху, після чого смартфон можна сховати. І далі потрібно слідувати напрямку, який вказують індикатори на пристрої, а також Blubel обладнаний звуковим сигналом, що заздалегідь попереджує про поворот.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

У випадку виконанні невірною маневру, пристрій може перебудувати маршрут.

Завдяки відсутності дисплею та використанню індикаторів пристрій має гарну видимість в будь-який час, будь то денний або нічний час доби.

Навігація даного пристрою працює у будь-якому кутку планети.

### 1.5. Велошолом COROS SafeSound Urban

Велошолом від COROS (рис. 1.5) обладнаний гарнітурною для прослуховування музики та відповіді на вхідні дзвінки.

Велосипедист має змогу не відволікаючись від процесу їзди прослуховувати аудіо файли та приймати вхідні дзвінки. Також пристрій обладнаний в задній частині світловим індикатором, що робить велосипедиста видимим для інших учасників дорожнього руху.



Рисунок 1.5. Велошолом COROS SafeSound Urban

До шолому додається пульт керування, який встановлюється на кермо велосипеда поруч з органами керування. За допомогою пульта можна прийняти/відхилити дзвінок та переключити музикальний файл.

Пристрій з'єднується з смартфоном при використанні Bluetooth.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 1.6. Хайтек рукавиці велосипедиста Zackees'

Це рукавиці для велосипедистів (рис. 1.6), що обладнані 54 діодами, датчиком та мікропроцесором для того, щоб інформувати інших учасників руху про запланований маневр.



Рисунок 1.6. Рукавиці для велосипедиста від Zackees'

Гаджет поєднує в собі функціональний та моду. Рукавиці оснащені дихаючим спандексом і обладнані зручними шкіряними долонями та вбудованим акумулятором.

Пристрій реагує на жести велосипедиста. Тобто, для того щоб активувати пристрій достатньо розвернути руку долонею до напрямку руху.

А також, пристрій обладнаний батареєю, яку можна заряджати використовуючи USB кабель.

Недоліком цього пристрою можна вважати спрацьовування пристрою при випадкових рухах рукою.



## 1.7. Висновки до першого розділу

Через стрімкий розвиток науки та техніки зараз спостерігається на ринку збільшення кількості пристроїв, що допомагають убезпечити велосипедиста.

Є пристрої, які зменшують наслідки у результаті потрапляння у аварійну ситуацію, попереджують настання аварійної ситуації.

Тому на мою думку слід зосередити увагу на проектуванні та розробці пристроїв, які будуть максимально попереджувати травматичні ситуації, що виникають при русі міськими дорогами.

Після проведення огляду гаджетів для велосипедистів, які забезпечують підвищення безпеки велосипедиста під час руху містом, було вирішено розробити пристрій, що буде виконувати індикацію намірів велосипедиста, тобто напрямок повороту та момент початку гальмування.

Пристрій повинен містити пульт керування, світлові індикатори та дисплей, на який повинна виводитись корисна інформація для велосипедиста.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Розробка структурної схеми пристрої

Планується розробити пристрій, що буде складатися з двох складових частин. Перша частина – це пульт керування пристроєм, а друга – шолом з індикаторами велосипедиста.

На рис. 2.1 наведено структурну схему смарт-шолому велосипедиста.

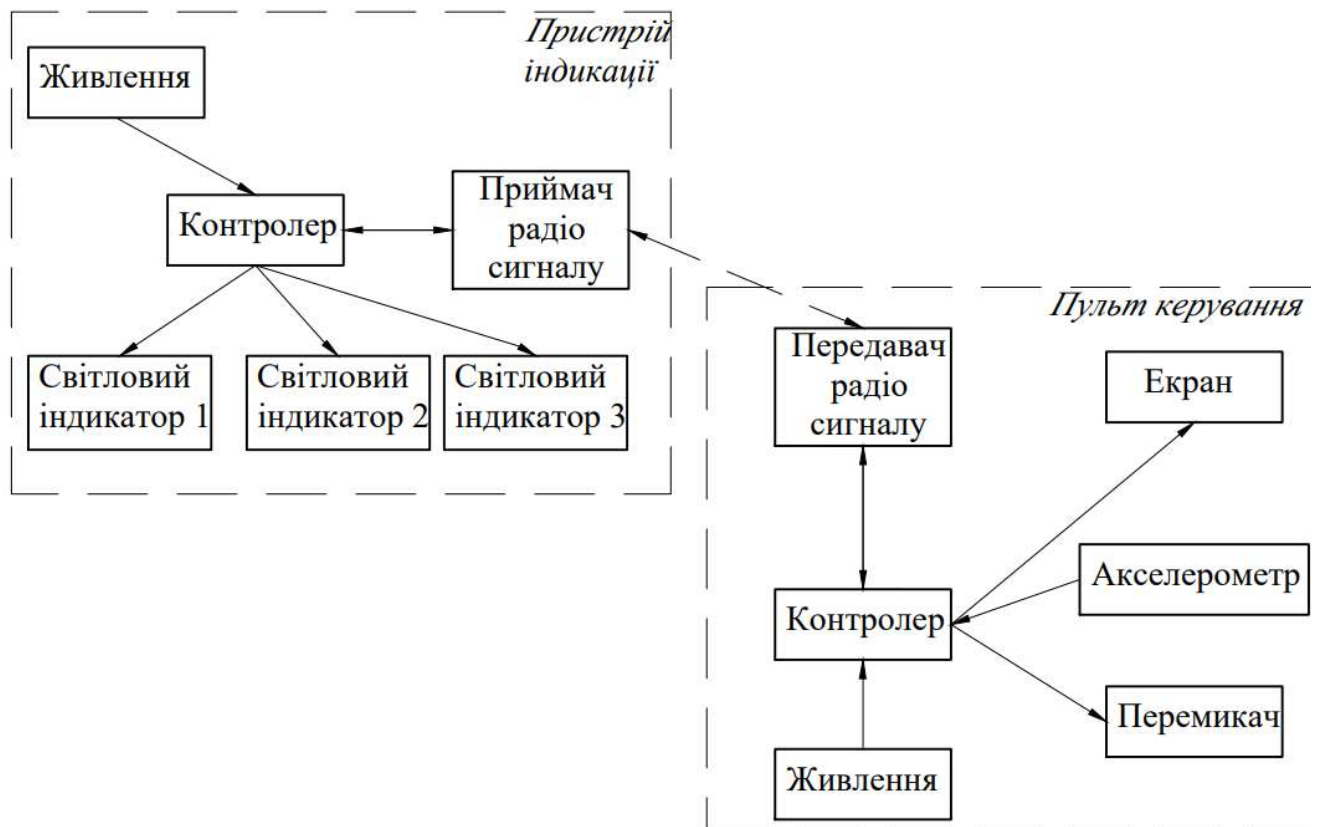


Рисунок 2.1. Структурна схема смарт-шолому велосипедиста

Пульт керування має бути обладнаний органами для керування пристроєм та дисплеєм, що буде передавати користувачу інформацію про роботу пристрою. Головним компонентом, який має проводити аналіз інформації та передає керуючий сигнал є контролер.

Щоб проводити індикацію процес зупинки велосипедиста без надання керуючого сигналу на виконання, тобто пристрій повинен самостійно без втручання користувача визначати момент гальмування. Для вирішення цієї задачі

можна відслідковувати значення прискорення. Мається навазі, якщо значення прискорення починає зменшуватися, тобто велосипедист починає гальмувати і потрібно ввімкнути сигнал зупинки.

Значення прискорення можливо проводити за допомогою акселерометру. Його планується розмістити в пульті керування, оскільки планується його жорстко закріпити на кермі велосипеда. Встановлення акселерометру на шоломі, при русі може вносити не бажану похибку, бо можливі різкі рухи головою.

Для того, що розробити пристрій компактним та зручним для користування при їзді на велосипеді потрібно забезпечити зв'язок між пультом керування та безпосередньо шоломом використовуючи бездротове з'єднання для передачі керуючого сигналу.

На шоломі встановлюється світлові індикатори, які повинні інформувати інших учасників руху про наміри велосипедиста чи напрямок повороту, чи початок зупинки. Керуючий сигнал на ввімкнення надходить від контролера.

Шолом поєднаний з пультом керування за допомогою двох радіо модулів. Один з них з'єднаний з контролером пульту керування та виконує функцію передавача радіо сигналу, другий модуль розташований на шоломі та виступає у ролі приймача сигналу, тобто очікує керуючого сигналу від пульту керування. Отриманий сигнал приймач надає контролеру, який виконує відповідну до сигналу дію.

## 2.2. Вибір основних компонентів пристрою

Планується, що модель пристрою має відповідати переліку наступних основних вимог:

- була простою у складані, тобто містилося оптимальна кількість компонентів;
- для живлення використовувалася напруга живлення рівна 5 В;
- зберегти співвідношення ціни до якості;
- обрати компоненти, які забезпечать стійку роботу пристрою.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

### 2.2.1. Вибір мікроконтролера

Оскільки, пристрій повинен зберігати компактні розміри та мати достатню кількість виводів введення/виведення, для підключення основних компонентів, які використовуються в проекті.

Вибір було зроблено на користь мікроконтролера, а не на – мікропроцесору, бо перший має більше суттєвих переваг для створення електронних проектів, які потребують постійного контролю з боку користувача.

Мікроконтролер (МК) – це комп'ютер, який розташований на одній інтегральній схемі. Він складається оперативної пам'яті (ОЗУ), постійної пам'яті (ПЗУ), ядра процесора та виводів, які призначенні для виконання поставлених задач [6].

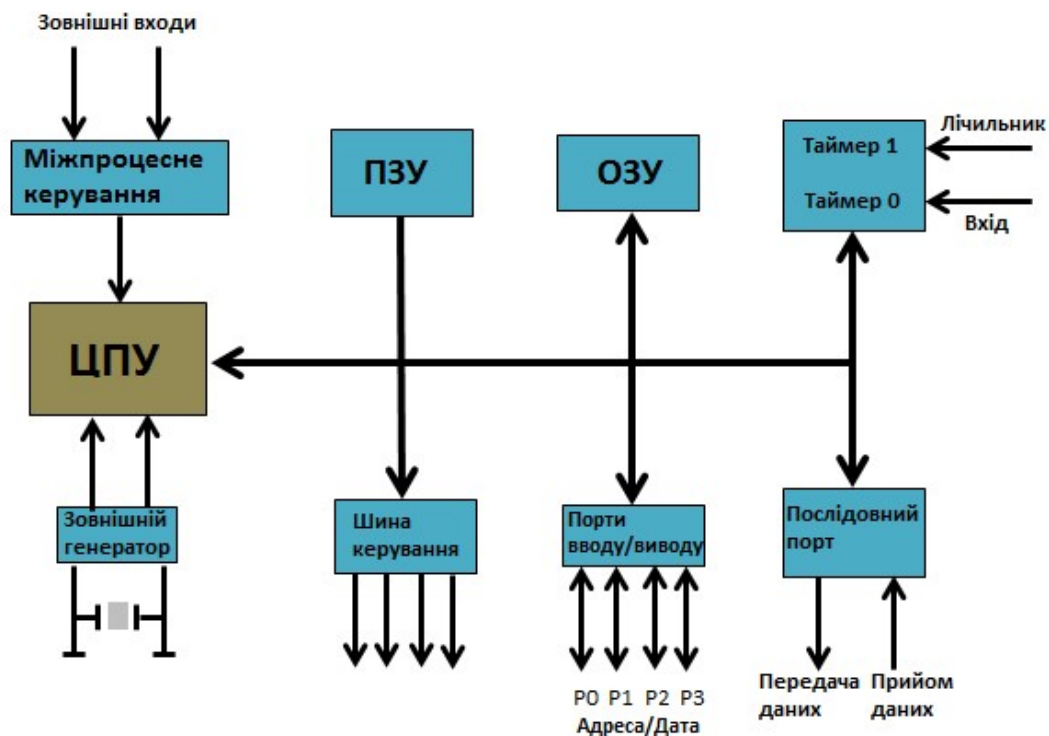


Рисунок 2.2. Структурна схема мікропроцесора

Мікропроцесор (МП) – це електронний пристрій, що має змогу зберігати та оброблювати інформацію, який включає в себе декілька інтегральних схем та не має периферійних пристроїв. Основне завдання мікропроцесору залежить від підключених периферійних пристроїв [6].

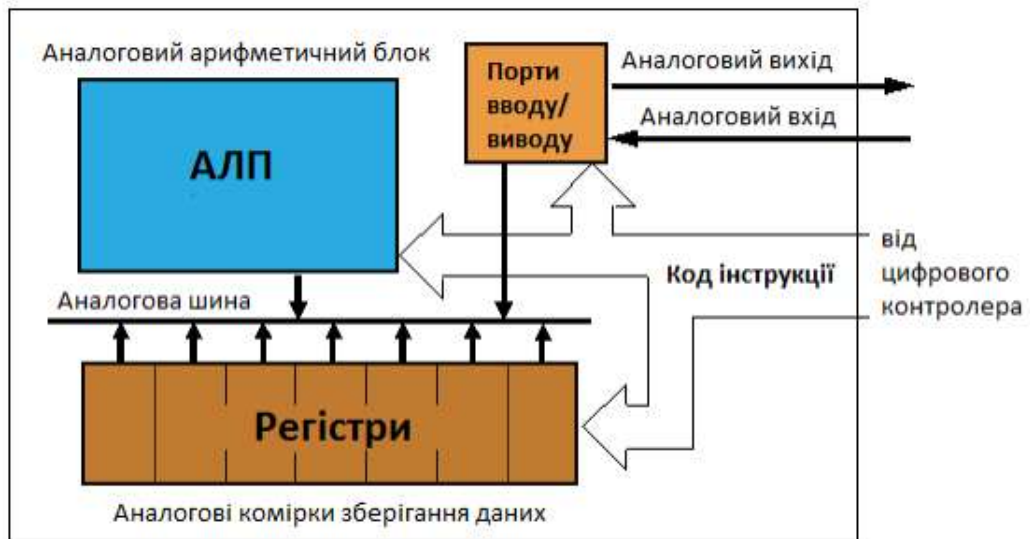


Рисунок 2.3. Структурна схема мікропроцесору

Для створення електронного пристрою мікроконтролер має ряд переваг, які наведені в [6]:

- усі периферійні пристрої МК розмішені на одній мікросхемі, тобто він компактний;
- МК мають низьке енергоспоживання;
- МК побудовані на гарвардській архітектурі. Данні та програма зберігаються в різних частинах пам'яті, тому МК працює швидше ніж МП;
- вартість МК набагато нижча, ніж у МП.

За своєю доступністю та функціональністю було обрано МК ATmega 328 (рис. 2.4).



Рисунок 2.4. Мікроконтролер ATmega 328

Мікроконтролер побудований на архітектурі RISC. Його розрядність дорівнює 8-ми бітам, а також даний МК з низьким енергоспоживанням. МК може проводити до 1-го мільйона інструкцій за секунду при частоті циклу, що виконується рівній 1 МГц.

В таб. 2.1 наведено основні параметри ATmega 328.

Таблиця 2.1 – Параметри ATmega 328

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Об'єм флеш-пам'яті	32 Кбайт
2.	Максимальна частота	20 МГц
3.	Кількість каналів	16
4.	Кількість ліній введення/виводу	32
5.	Джерела переривання	зовнішнє та внутрішнє

В якості інтегральної схеми, на якій встановлено мікроконтролер ATmega 328 обрано платформу Arduino.

Дана платформа вибрана, оскільки вона має наступні переваги:

- простота у кодуванні;
- платформа має відкритий код та розширену програмну складову;
- доступність платформи.

Вище перелічені пункти дозволяють Arduino бути популярним та мати широке застосування для прототипування.

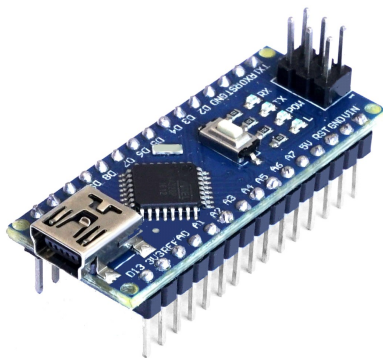
На сьогоднішній день представлена різні варіанти виконання Arduino. Різниця між ними полягає у габаритних розмірах та кількості портів введення/виведення.

В пристрої використовується Arduino Nano та Uno (рис. 2.5 а, б), бо вони мають невеликі габаритні розміри, що дозволяє зробити пристрій якомога компактніше, і достатню кількість виводів для підключення інших компонентів, які використовуються.

Характеристики платформи Arduino Nano та Uno наведенні в табл. 2.2 [4].

Таблиця 2.2 – Загальні характеристики Arduino Nano та Uno

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Мікроконтролер	ATMega328
2.	Робоча напруга	5 В
3.	Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
4.	Вхідна напруга (гранична)	20 В
5.	Цифрові входи/виходи	14
6.	Аналогові входи	6
7.	Вхідний/вихідний постійний струм	40 мА
8.	Флеш-пам'ять	32 кбайт
9.	ОЗУ	2 кбайт
10.	Тактова частота	16 МГц



(а)



(б)

Рисунок 2.5. Зображення Arduino: а) Nano; б) Uno

На рис. 2.6 представлена схема Arduino Nano. З цієї схеми можна побачити, що цифрові виводи (D0 . . . D13) розташовані з правого боку, а аналогові виводи

(A0 . . . A7) – з іншого боку. Також, плата має виводи для живлення 5 та 3,3 В та USB – порт для зручного підключення до комп’ютера.

Програмування відбувається із використання мов програмування таких, як Python або C/C++.

Arduino Nano є мозком всього пристрою. Вона отримує сигнал від акселерометра та радіо модуля і у відповідь надсилає керуючий сигнал на виконання поставленого завдання.

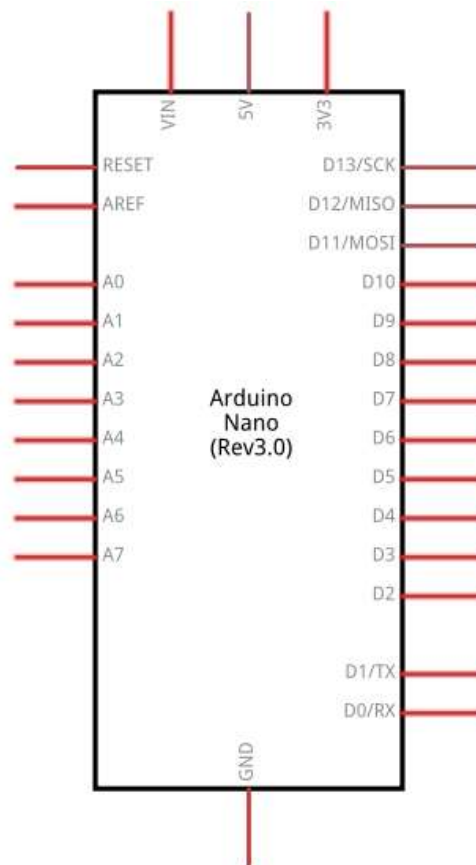


Рисунок 2.6. Схема контролера Arduino Nano

### 2.2.2. Вибір акселерометра

Акселерометром називають датчик, який використовується вимірювання величини прискорення. Вони бувають двох або трьох осьові, тобто вимірювання відбувається за напрямком двох чи трьох осей.

При роботі акселерометр отримує значення двох видів:

- 1) статична сила, що виникає в результаті дії сили земного тяжіння;



2) прискорення, що виникає в процесі руху об'єкту в просторі [12].

Прискорення – це характеристика об'єкту, що виникає при дії на нього зовнішніх сил. Дана характеристика пов'язана з переміщенням та швидкістю через похідну функцію.

Для розробленого пристрою було обрано акселерометр ADXL345 (рис. 2.7). Це мініатюрний, трьох осьовий акселерометр, який має високе розширення (13 біт) та максимальним значенням діапазону вимірювання  $\pm 16g$ . Результати вимірювання надаються в цифровому вигляді, а саме шістнадцяти розрядними числами. Підключення здійснюється за допомогою SPI або I<sup>2</sup>C інтерфейсів.

ADXL345 використовується в мобільних пристроях. Розгляданий акселерометр здатний вимірювати статичне прискорення, яке викликано земним тяжінням та динамічного прискорення, що виникає в результаті руху або удару. Розширення цього мініатюрного пристрою рівне  $4 \times 10^{-3} g/LSB$ , що в свою чергу дає змогу виконувати вимірювання при відхиленні менше ніж на  $1^\circ$  [13].

Пристрій було використано для побудови пристрою по причині того, що він має достатньо невеликі розміри, виконує вимірювання в широкому діапазоні та передає отримані результати у цифровому вигляді.

Основні характеристики акселерометра ADXL345 вказано в табл. 2.3.

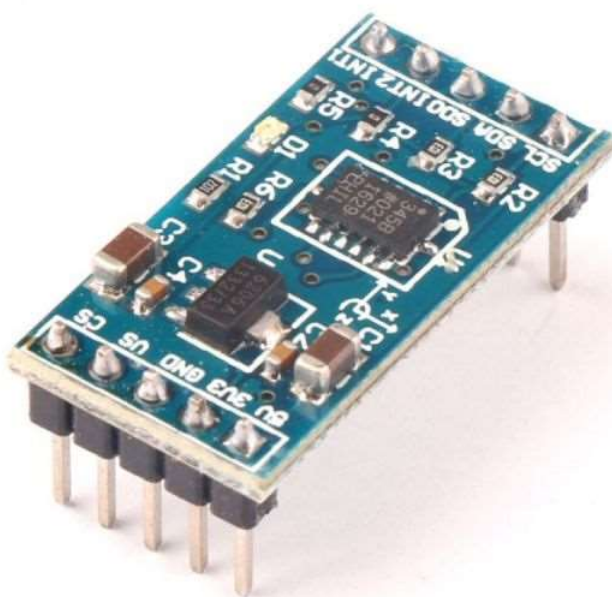


Рисунок 2.7. Загальний вигляд акселерометра ADXL345

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.3 – Основні характеристики акселерометра ADXL345

<b>№ n/n</b>	<b>Назва параметру</b>	<b>Характеристика</b>
1.	Робоча напруга	3,3 - 5 В
2.	Енергоспоживання	23 мкА
3.	Кількість виводів	10
4.	Результат вимірювання	у вигляді шістнадцяти розрядних чисел
5.	Діапазон вимірювання	від $\pm 2g$ до $\pm 16g$
6.	Інтерфейс підключення	SPI або I <sup>2</sup> C
7.	Габаритні розміри	3 мм × 5 мм × 1 мм
8.	Температурний діапазон	-40...85 °C

### 2.2.3. Вибір радіо модуля

Для того, щоб пристрій був компактний та мобільний слід виконати з'єднання між пультом керування за допомогою бездротового способу. Щоб досягти цієї мети потрібно встановити передавач, який буде виконувати передачу керуючого сигналу від пульта керування до шолома, де має бути встановлений приймач цього сигналу.

Було обрано для виконання завдання бездротового з'єднання модуль радіо зв'язку NRF24L01+ (рис. 2.8). Даний модуль проводить передачу інформації на частоті ГГц та заснований на чіпі від Nordic Semiconductor nRF24L01+, підтримує передачу даних до 2 Мбіт/с, має можливість працювати на 126 каналів.

На модулі розташована основна мікросхема nRF24L01+, поруч встановлено кварцовий резонатор, антенна та електрична обв'язка. Зв'язок здійснюється у

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

двоканальному режимі по інтерфейсу SPI (Serial Peripheral Interface), для цього використовується восьми контактний роз'єм [15].



Рисунок 2.8. Загальний вигляд модуль радіо зв'язку NRF24L01+

Загальні характеристики та призначення основних контактів обраного модулю радіо зв'язку наведено в табл. 2.4. та 2.5.

Таблиця 2.4 – Основні характеристики модуль радіо зв'язку NRF24L01+

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Напруга живлення	1,9 – 3,6 В
2.	Потрібний струм при потужності 0 dBm	11,3 мА
3.	Потрібний струм при передачі 2 Мбіт	13,5 мА
4.	Частота	2,4 ГГц
5.	Швидкість передачі	250 кбіт, 1 Мбіт або 2 Мбіт
6.	Габаритні розміри	29 мм x 16 мм x 11 мм
7.	Гранична температура повітря	-40...85 °C
8.	Модуляція	GFSK

Таблиця 2.5 – Основні призначення основних контактів NRF24L01+

№ n/n	Назва контакту	Опис
1.	GND	заземлення
2.	VCC	живлення модуля
3.	CE	включення радіоканалу
4.	CSN (Chip Select Not)	активний низький рівень. Якщо встановлений низький рівень, то модуль відповідає на SPI команди.
5.	SCK	такти шини SPI, до 10 МГц
6.	MOSI	використовується для передачі даних від мікроконтролера до пристрою
7.	MISO	використовується для передачі даних з пристрою до мікроконтролер
8.	IRQ	сигнал для запиту переривання

Радіо модуль NRF24L0+ дає можливість зв'язати пристрої радіоканалом передачі даних. Він виконує всі функції перетворення проводового інтерфейсу SPI в радіосигнал, містить приймач, передавач і мініатюрну антену. На рис. 2.9 зображено принципову схему модулю.

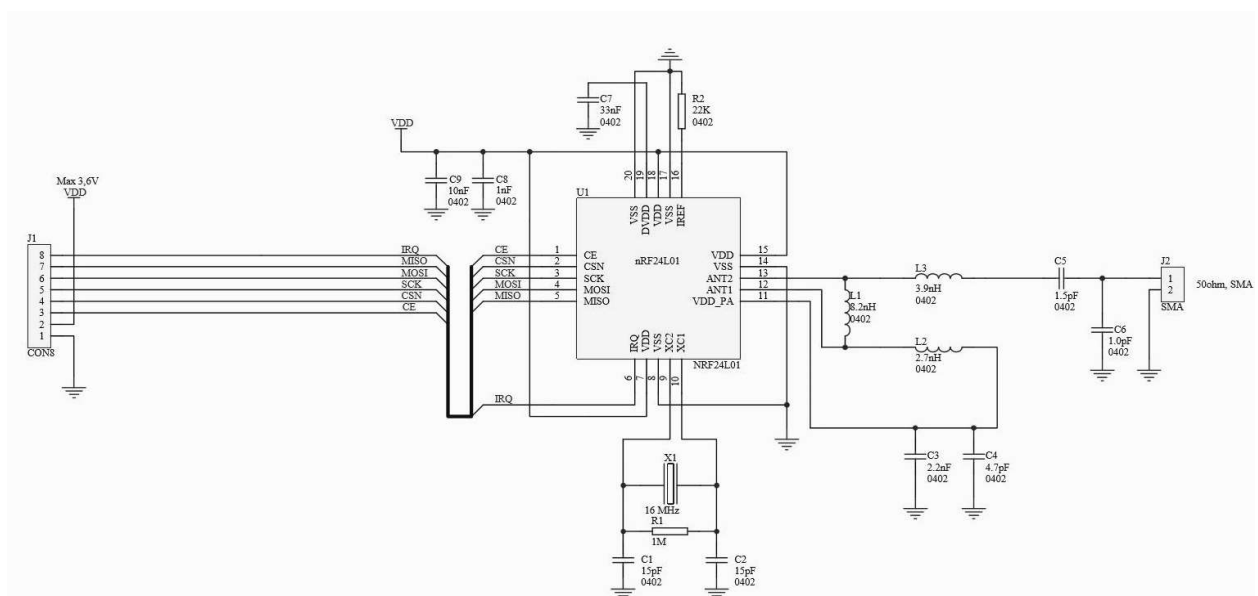


Рисунок 2.9. Принципова схема радіо модуль NRF24L0+

Завдяки NRF24L01+ стає можливим вирішити технічні проблеми простий телемеханіки та збору даних з датчиків. Це знаходить застосування в охоронно-пожежної сигналізації, в системах «розумний будинок», пристроях централізованого збору інформації та інших.

Також, що забезпечити стабільну роботу модуля додатково використовується адаптер живлення (рис. 2.10), що перетворює вхідну напругу рівну 5 В на напругу 3,3 В.



Рисунок 2.10. Загальний вигляд адаптеру живлення

#### 2.2.4. Вибір світлового індикатора

Світловий індикатор встановлюється на шолом та відображає наміри велосипедиста, а саме напрямок задуманого повороту, стоп-сигнал та ходові вогні для виділення місця положення в потоці при поганій видимості.

Оскільки, напруга живлення пристрою буде рівною 5 В обрано адресну світлодіодну стрічку WS2812 (рис. 2.11).



Рисунок 2.11. Загальний вигляд адресної світлодіодної стрічки WS2812

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

WS2812 – це стрічка на якій розпаяні RGB світлодіод. Даний світлодіод відрізняється від інших тим, що він є адресним, тобто можливо виконувати кожним світлодіодом в схемі окремо. Завдяки цьому можна створити унікальне відображення інформації за допомогою цієї стрічки.

Адресна стрічка має чотири контакти: живлення заземлення, дані на вході та дані на виході. Ідея полягає в тому, щоб подавати на ланцюг цих світлодіодів живлення, відправляти дані с контролера і світлодіоди загоряться [18].

На рис. 2.12 наведено електронну схему адресної стрічки світлодіодів.

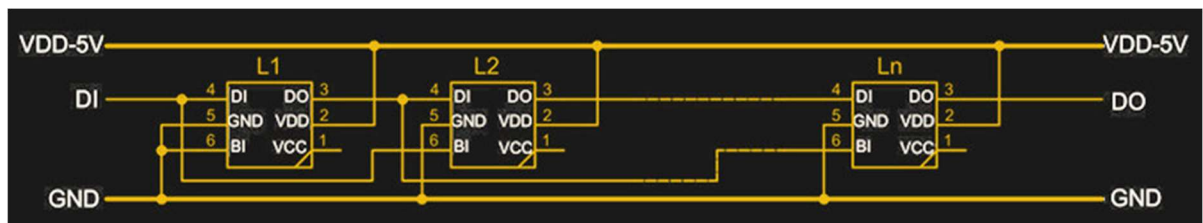


Рисунок 2.12. Електронна схема адресної стрічки

Загальні характеристики та призначення основних контактів обраної адресної світлодіодної стрічки WS2812 наведено в табл. 2.6. та 2.7.

Таблиця 2.6 – Основні характеристики адресної світлодіодної стрічки WS2812

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Напруга живлення	3,5 – 5,3 В
2.	Максимальний струм	60 мА
3.	Інтенсивність червоного кольору	550-700 мКд
4.	Інтенсивність зеленого кольору	1100-1400 мКд
5.	Інтенсивність синього кольору	200-400 мКд
6.	Гранична температура повітря	-55...150 °С

Таблиця 2.7 – Основні призначення основних контактів адресної світлодіодної стрічки WS2812

<i>№ n/n</i>	<i>Назва контакту</i>	<i>Опис</i>
1.	GND	заземлення
2.	VCC	живлення модуля
3.	DI	вхідний керуючий сигнал
4.	DO	вихідний керуючий сигнал

Також, обрана адресна стрічка має захист за стандартом IP67, то вона захищена від потрапляння води. Цей параметр являється суттєвим тому, що її буде встановлено зовні на шоломі велосипедиста і на неї буде впливати навколишнє середовище.

### 2.3. Розробка електронної схеми з'єднань

По причині того, що під час роботи пристрою відбувається збір інформації з датчику, а саме акселерометру, та виконується передача керуючого сигналу за допомогою радіо модулю доцільно в якості головного пристрою для обробки інформації використовувати мікроконтролер.

Даний пристрій для велосипедистів можна умовно поділити на дві частини: перша – це пульт керування, де розмішені основні компоненти для отримання інформації від користувача, а друга – це пристрій індикації, який обладнана світловими індикаторами.

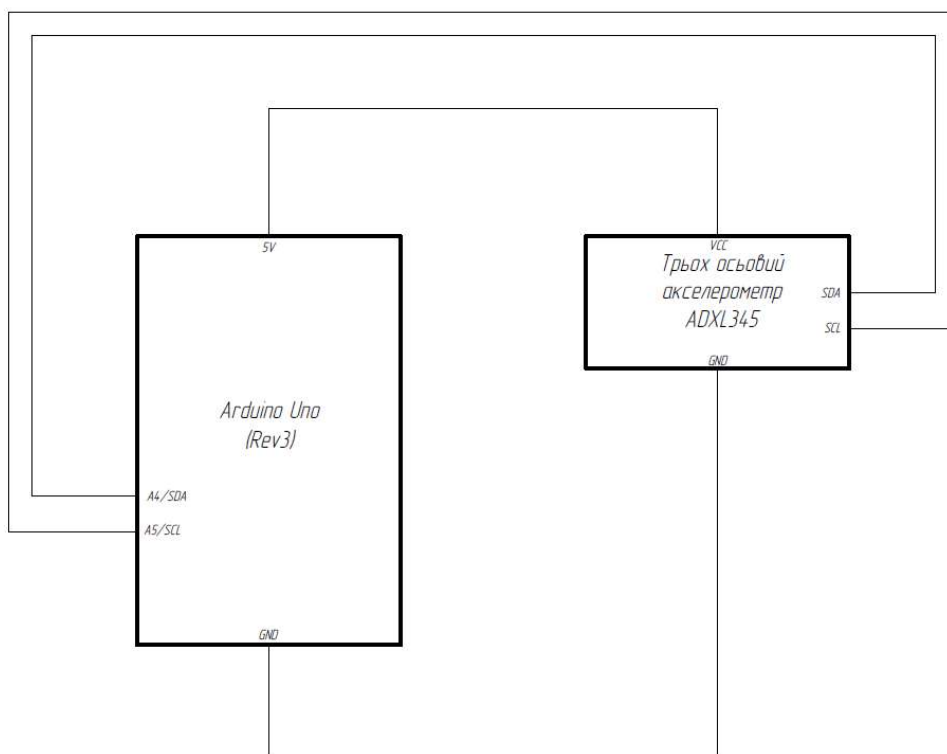
До пульта керування встановлено акселерометр, перемикачі для включення сигналів та інтерфейс дисплею, щоб користувачу надавалася інформація про швидкість руху і повторювачі ввімкненого сигналу.

На пристрої індикації встановлюються індикатори, які отримуючи відповідний керуючий сигнал відображають інформацію для інших учасників руху.

Для того, щоб визначати момент початку гальмування в схемі, що розробляється буде використовуватися акселерометр. Це датчик, який виконує визначення статичного (прискорення земного тяжіння) та динамічного (прискорення, яке виникає при зміні положення об'єкта) прискорення.

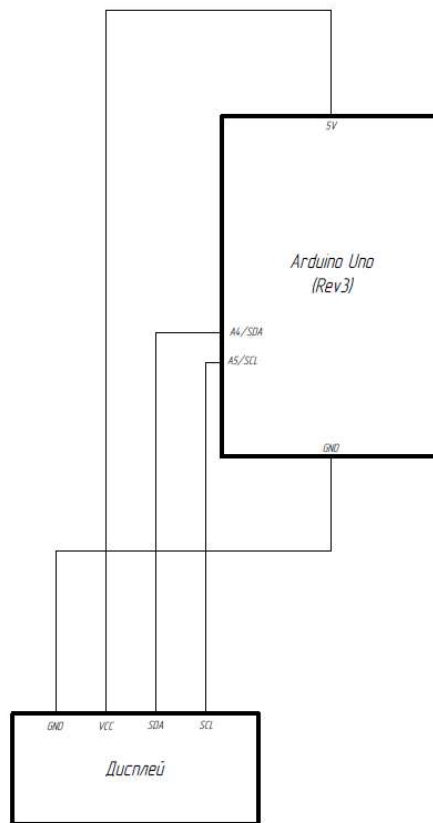
Контролер, що встановлений у пульті керування постійно отримує інформацію від акселерометра про значення прискорення. Як тільки вона починає зменшуватися, тобто велосипедист починає зупинятися контролер відправляє за допомогою модулю радіо зв'язку надсилає сигнал до іншого контролера, що встановлений на шоломі та виконує функцію керування адресними світлодіодними стрічками. Після отримання сигналу контролер в пристрої індикації вмикає стоп-сигнал. Як тільки прискорення перестає зменшуватися сигнал припиняє передаватися і відповідно стоп-сигнал вимикається.

Підключення до контролера акселерометра та дисплею (рис. 2.13 а, б) здійснено за допомогою інтерфейс I<sup>2</sup>C / ІІС (Inter-Integrated Circuit).



(a)





(б)

Рисунок 2.13. Схема електричних з'єднань: а) акселерометра; б) дисплею

I<sup>2</sup>C / IIC (Inter-Integrated Circuit) – це протокол послідовного підключення низькорівневих пристроїв див. рис. 2.14. I<sup>2</sup>C протокол використовує 8-бітну шину, вона використовується для передачі керуючого сигналу та адресації компонентів [20].

Цей інтерфейс користується попитом, оскільки:

- дозволяє з'єднувати між собою контролер та датчик використовуючи лише два проводи SCL (лінія синхронізації) та SDA (лінія даних);
- можливо з'єднати декілька пристроїв одночасно, бо кожен пристрій має свій унікальний ідентифікатор;
- для управління усіма підключеними пристроями достатньо використовувати лише один мікроконтролер;
- можливо підключити будь-який мікроконтролер до пристроїв при використанні I<sup>2</sup>C, навіть якщо у нього немає спеціального інтерфейсу.

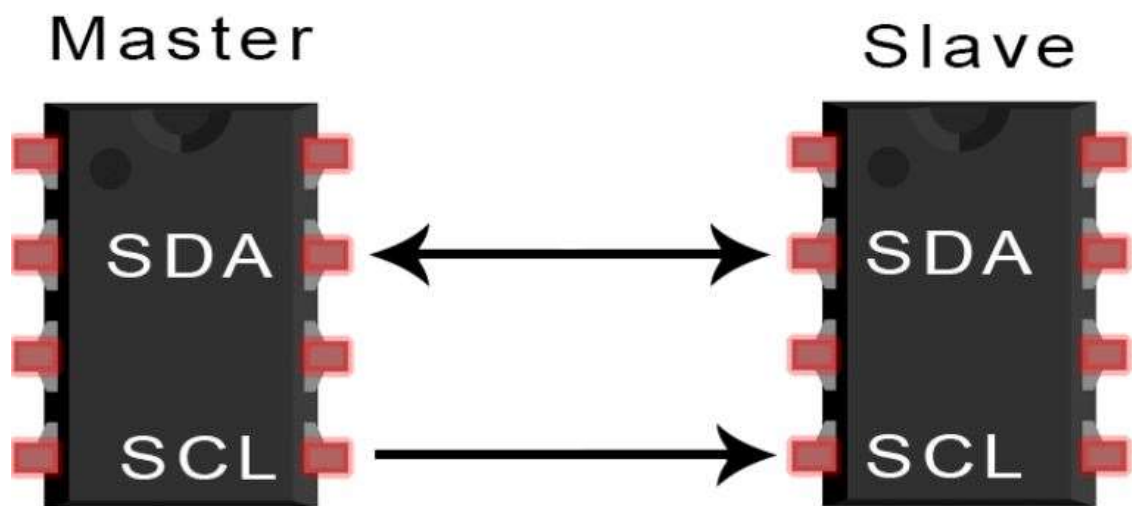


Рисунок 2.14. Послідовне I<sup>2</sup>C з'єднання

Дані по I<sup>2</sup>C протоколу передаються повідомленнями, які розбиті фрейми даних. Кожне повідомлення містить такі частини:

- початкові умови;
- умова припинення роботи;
- читання та запис бітів;
- адреса пристрою, який підключено;
- дані.

Передача даних починається в той момент часу, коли мікроконтролер (керуючий пристрій) переключить лінію даних (SDA) та лінію синхронізації (SCL) з високого рівня на низький рівень напруги. Якщо до пристрою підключено одночасно два керуючих пристроїв та вони надсилають команду на запуск одночасно, то виконується команда того мікроконтролера, який переключив лінію даних до низького рівня перший.

Зупинка роботи виконується, коли усі дані будуть передані. Після завершення передачі лінія синхронізації (SCL) змінюється з низького на високий рівень, а потім тільки лінія даних (SDA) змінює свій рівень.

Для того, щоб ідентифікувати на який пристрій надсилається інформація у випадку, якщо до керуючого пристрою приєднано декілька виконавчих пристроїв, пристрій керування на початку передачі інформації відправляє унікальну адресу пристрою до, якого адресується інформація. Якщо у випадку надходить у відповідь

інша адреса, то керуючий пристрій не передає інформацію, а чекає звернення потрібного пристрою [22].

Характеристики протоколу I<sup>2</sup>C наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Характеристики протоколу I<sup>2</sup>C

<i>№ n/n</i>	<i>Назва параметру</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Кількість проводів	2 (SCL та SDA)
2.	Об'єм пакету даних	8 біт
3.	Швидкість передачі інформації	від 100 кбіт/с до 5 Мбіт/с
4.	Кількість пристроїв керування (мікропроцесорів)	необмежена
5.	Кількість виконавчих пристроїв (датчиків)	до 127

З'єднання контролерів між собою в пристрої, який розробляється використовуються радіо модулі, які підключаються до мікроконтролера за допомогою інтерфейсу SPI (рис. 2.15).

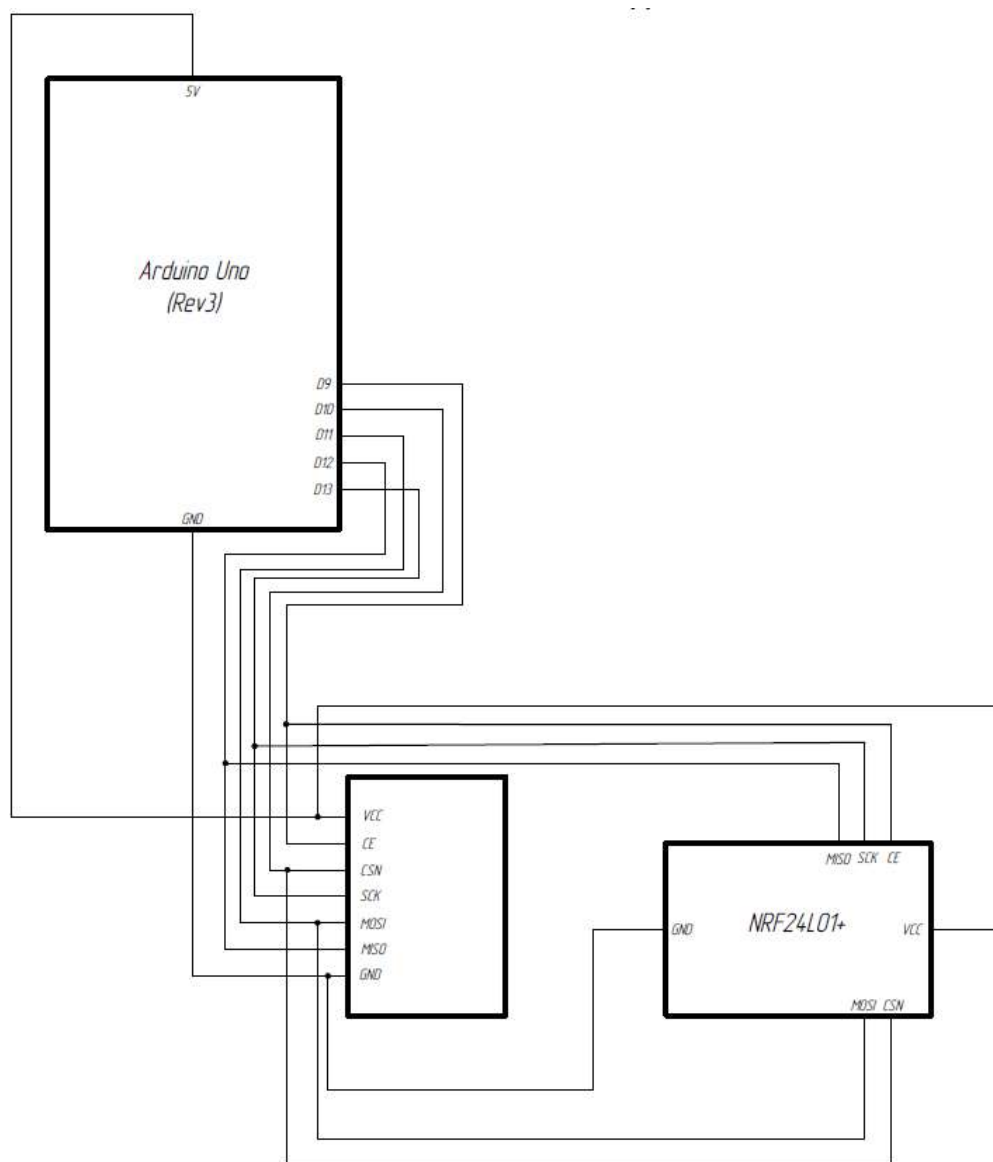


Рисунок 2.15. Схема електричного з'єднання з радіо модулем

SPI (Introduction to Serial Peripheral Interface) – це послідовний периферійний інтерфейс, який використовує окремі лінії для прийому і передачі інформації та таймер для того, щоб з обох сторін зберігалася синхронізація та лінію адресації (рис. 2. 16).

В загальному вигляді шина даних SPI має 4 лінії для зв'язку між мікроконтролером та датчиками див. рис. 2.16:

- MOSI – лінія для передачі даних від мікроконтролера до пристрою;
- MISO – лінія, що використовується для передачі даних з пристрою до мікроконтролер;
- SCLK - такти шини SPI, до 10 МГц, що генеруються мікроконтролером;

- CSN/SS – активний низький рівень, що визначає початок роботи.

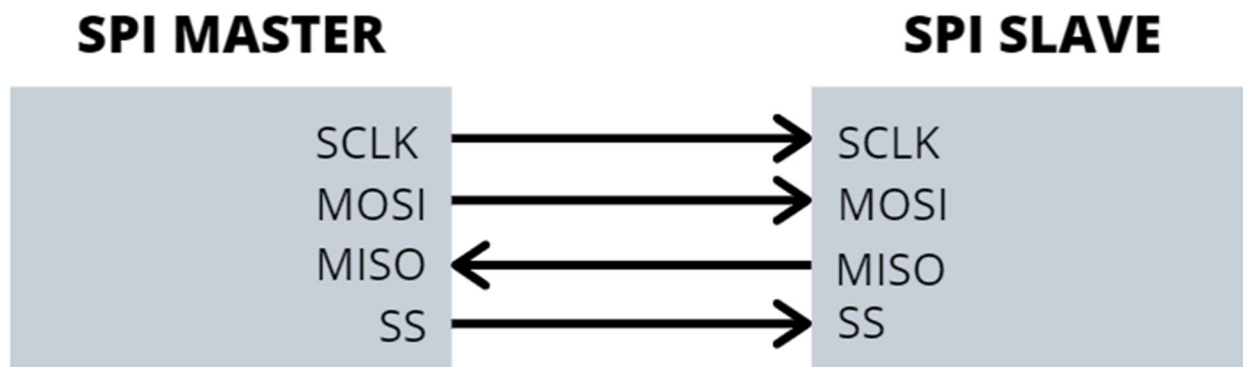


Рисунок 2.16. SPI - інтерфейс

Передача інформації починається з того, що керуючий пристрій (мікроконтролер) надсилає тактовий сигнал і вибирає пристрій через лінію SS. Далі керуючий пристрій надсилає логічний сигнал 0 для вибору пристрою, бо лінія знаходиться на активному низькому сигналі.

SPI - це дуплексний інтерфейс, тому можливо одночасно передавати дані через лінії MOSI і MISO між керуючим пристроєм та пристроями, та навпаки в той же час. Це буде синхронізовано послідовним таймером. Наприклад, ці дві операції будуть відбуватися одночасно, тоді мікроконтролер надсилає біт даних по лінії MOSI, а датчик читає їх, далі він надсилає дані по лінії MISO і мікроконтролер зчитує їх [23].

На креслениках МД ПМ-81мп.006.051 – 052 відображено електричні схеми пульта керування та пристрою індикації відповідно.

## 2.4. Математична модель акселерометра

В даному проекті використовується акселерометр для того, щоб визначати початок зупинки велосипедиста, а також додатково для інформування велосипедиста з отриманого значення математично розраховується значення поточної швидкості. Розраховане значення швидкості руху виводиться на дисплей для зручного зчитування інформації користувачем.

За принципом дії виділяють акселерометри осьові та маятникові. В осьових акселерометрах рух чутливого елемента виконується вздовж заданих осей, а маятникових – як фізичний маятник навколо осі.

Для розробки пристрою було використано осьовий акселерометр його кінематична схема представлено на рис. 2.17.

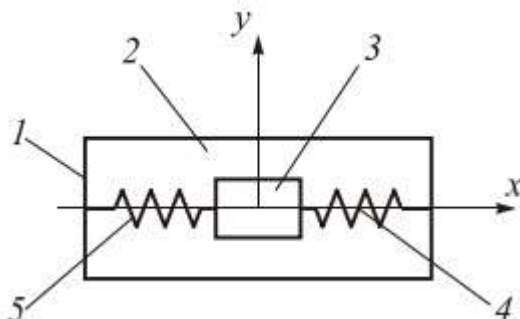


Рисунок 2.17. Кінематична схема осьового акселерометра

На кінематичній схемі (рис. 2.17) відображено корпус акселерометра (1), середовище, де проводиться демпфування (2) інерційної маси або чутливого елемента (3), який закріплюється на пружних підвісах (4, 5).

Оскільки в інерційній системі відліку три осі виконаємо визначення рівняння руху використовуючи наведений спосіб у джерелі [24].

Для отримання рівняння руху скористаємося основним рівнянням динаміки

$$m_i \vec{w}_i = \vec{F}_i, \quad (2.1)$$

де  $m_i$  - маса чутливого елемента;  $\vec{w}_i$  - абсолютне прискорення;  $\vec{F}_i$  - головний вектор зовнішніх сил;  $i$  - порядковий номер осі.

Визначимо описане рівняння враховуючи, що при роботі акселерометра на нього діє сила земного тяжіння  $m_i \vec{g}$ , сила демпфування  $\vec{F}^{дем}$ , сила пружності  $\vec{F}^{пруж}$  та сила перешкод  $\vec{F}^n$ :

$$\vec{F}_i = m_i \vec{g} + \vec{F}^{дем} + \vec{F}^{пруж} + \vec{F}^n, \quad (2.2)$$

Сила пружності визначається за наступним виразом

$$\vec{F}^{пруж} = -c_i \cdot \vec{r}_i, \quad (2.3)$$

де  $c_i$  - коефіцієнти жорсткого пружного підвісу;  $\vec{r}_i$  - радіус-вектор відносного зміщення центра мас чутливого елемента.

Сила демпфування визначається за виразом:

$$\vec{F}^{\text{дем}} = -f_i \cdot \vec{r}_i, \quad (2.4)$$

де  $f_i$  - коефіцієнти демпфування.

Сила перешкод визначається, як проекція на осі Охуз:

$$\vec{F}^n = F_{ix}^n \vec{i} + F_{iy}^n \vec{j} + F_{iz}^n \vec{k}. \quad (2.5)$$

Спираючись на джерело [25] визначимо абсолютне прискорення, як параметр в який входить переміщення, відносного та прискорення Кориоліса:

$$\vec{w}_i = \vec{w}_{ie} + \vec{w}_{ir} + \vec{w}_{ic}. \quad (2.6)$$

Підставивши вираз (2.6) до виразу (2.1) отримаємо наступну формулу:

$$m_i(\vec{w}_{ie} + \vec{w}_{ir} + \vec{w}_{ic}) = \vec{F}_i, \quad (2.7)$$

Прискорення Кориоліса визначається виразом:

$$\vec{w}_{ic} = 2\vec{\omega} \cdot \vec{v}_{ri}, \quad (2.8)$$

де  $\vec{\omega}$  - кутова швидкість.

Наступним кроком визначимо значення прискорення переміщення:

$$\vec{w}_{ie} = \vec{w}_o \cdot \vec{\varepsilon} \cdot \vec{\rho}_i + \omega \cdot (\omega \cdot \vec{\rho}_i), \quad (2.9)$$

де  $\vec{\rho}_i$  - радіус-вектор, що з'єднує центр мас з початком координат;  $\vec{\varepsilon}$  - кутове прискорення.

Відносне прискорення визначається, як друга похідна від проекцій координат:

$$\vec{w}_{ir} = x_i'' \vec{i} + y_i'' \vec{j} + z_i'' \vec{k}. \quad (2.10)$$

По завершенню перехідного процесу акселерометру переміщення чутливого елемента визначають за виразами:

$$\begin{aligned} x &= -\frac{m}{c} a_x + \frac{F_x^n}{c}; \\ y &= -\frac{m}{c} a_y + \frac{F_y^n}{c}; \\ z &= -\frac{m}{c} a_z + \frac{F_z^n}{c}. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Отримані значення перетворюються до напруги та приймають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} U_{ax} &= B_{ax} + S_{ax}a_x + n_{ax}; \\ U_{ay} &= B_{ay} + S_{ay}a_y + n_{ay}; \\ U_{az} &= B_{az} + S_{az}a_z + n_{az}, \end{aligned} \quad (2.12)$$

де  $B_{ax}, B_{ay}, B_{az}$  - нулеві сигнали;  $S_{ax}, S_{ay}, S_{az}$  масштабний коефіцієнт;  $n_{ax}, n_{ay}, n_{az}$  - випадковий шум.

Масштабний коефіцієнт виражається наступним образом:

$$S = -\frac{m}{c}. \quad (2.13)$$

Сума нульового сигналу та випадкового шуму рівна:

$$\begin{aligned} B_{ax} + n_{ax} &= \frac{F_x^n}{c}; \\ B_{ay} + n_{ay} &= \frac{F_y^n}{c}; \\ B_{az} + n_{az} &= \frac{F_z^n}{c}. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Тобто в результаті роботи акселерометр перетворює переміщення чутливого елемента вздовж осей у значення вихідної напруги.

## 2.5. Програмування мікроконтролера

Програмування виконувалася на мові C++ та використовувалася платформа PlatformIO IDE. Це крос-платформне середовище для розробки, що призначено для роботи з різними мікроконтролерами.

PlatformIO не залежить від платформи, на якій він працює. Насправді єдина вимога - це присутність Python, який існує майже скрізь. Це означає, що проекти PlatformIO можна легко переміщувати з одного комп'ютера на інший, а також, що PlatformIO дозволяє легко обмінюватися проектами, незалежно від операційної системи [26].



Обрана платформа дозволяє пришвидшити розробку коду для проекту та впорядкувати розробку.

В якості редактора коду було використано Visual Studio Code. Оскільки, даний редактор має вбудовані функції, які дозволяють пришвидшити процес розробки програмного коду.

Visual Studio Code - це легкий, але потужний редактор вихідного коду, який працює на робочому столі та доступний для Windows, macOS та Linux. Він оснащений вбудованою підтримкою JavaScript, TypeScript і Node.js і має багату екосистему розширень для інших мов (таких як C ++, C #, Java, Python, PHP, Go) [27].

В ході виконання роботи було розроблено дві окремі програми, одна з них виконує завдання задання алгоритму роботи для пульта керування пристроєм, а друга – пристроєм індикації.

Програмні коди, що були використані для даного проекту наведені в додатку А та Б.

## 2.6. Висновки до другого розділу

В другому розділі роботи було виконано розробку структурної схеми пристрою, що дало змогу зрозуміти алгоритм роботи пристрою на порядок розташування основних компонентів, які задіяні в функціонуванні.

Проведено вибір елементів для створення макету пристрою для демонстрації задумки. Спираючись на розроблену структурну схему пристрою були вибрані мікроконтролери, які виконують задачу обчислення, обробки вхідної інформації від датчиків та надають виконавчим пристроям керуючий сигнал.

В якості мікроконтролеру було обрано ATmega 328 на базі електронного конструктора Arduino. Даний вибір було зроблено, оскільки для створення фізичної моделі пристрою вище названий мікроконтролер має ряд переваг. Головною перевагою на мою думку є те, що даний мікроконтролери на базі Arduino доступні,

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

мають відкритий програмний код та програмне забезпечення потрібне для роботи доступне до безкоштовного завантаження.

Наступним кроком в другому розділі було вибрано акселерометр, який дозволяє реалізувати визначення моменту, коли необхідно вмикати сигнал зупинки.

Обрано такі компоненти як модуль для бездротової передачі інформації, що дозволяє зробити пристрій компактним та зручним для використання під час руху на велосипеді, адресна світлодіодна стрічка, яка виводить інформацію про наміри велосипедиста.

Розроблено електричну схему з'єднань компонентів пристрою та розглянуто інтерфейси передачі інформації між мікроконтролером та електронними компонентами, які використовуються у розробленій моделі.

Також, для отримання розуміння роботи та перетворення сигналу акселерометра у швидкість руху було проведено опис математичної моделі датчика.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

### 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

В ході виконання магістерської дисертації було розроблено та зібрано фізичну модель пристрою для велосипедистів, який повинен підвищити безпеку при русі в транспортному потоці за поганої видимості.

Модель складається з двох складових частин, а саме пульту керування (рис. 3.1 а) та пристрою індикації (рис. 3.1 б).

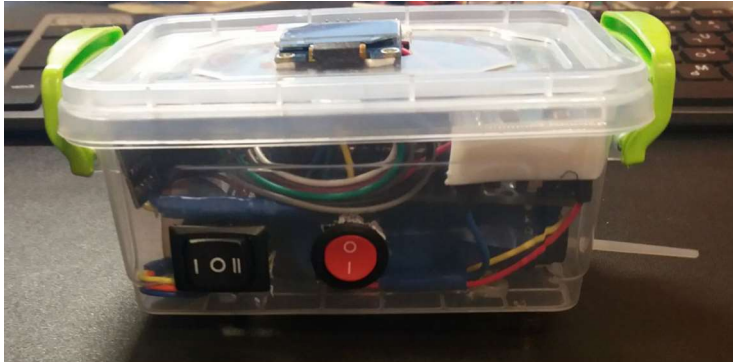


Рисунок 3.1. Фото розробленого пристрою: а) пульт керування, б) пристрій індикації

Модель пристрою була побудована з використанням компонентів Arduino. Платформа Arduino була обрана для побудови макету пристрою, оскільки вона є доступною, має велику спільноту та відкритий код.

#### 3.1. Підготовка експерименту

Для проведення експерименту було підготовано велосипед, на якому було закріплено пульт керування (рис. 3.2 – 3.3).

Було виконано запис даних від акселерометра при русі на велосипеді, коли модель жорстко закріплена на кермі та при закріпленні її на руці велосипедиста.

Щоб виконати завдання експерименту було використано велосипед під назвою Maxxter urban.



Рисунок 3.2. Зовнішній вигляд закріпленого на велосипеді пристрою

Маххтер urban – це універсальний велосипед для міста. Даний велосипед обладнаний електродвигуном. Запас ходу від електродвигуна складає 30-40 км, після розряду батареї можливо продовжувати рух, як на звичайному велосипеді. Максимальна швидкість до якої розганяється велосипед дорівнює 25 км/год та вона обмежена електронікою.

Особливістю Маххтер Urban - складна конструкція. Складається не тільки рама, але так само кермо і педалі. У складеному стані він займає місце не більше звичайної валізи.

Даний велосипед дозволяє переміщатися без використання електротяги, або повністю на електричній тязі без використання педалей.

Використання легкої і довговічної літєвої батареї робить конструкцію максимально легкою

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44



Рисунок 3.3. Зовнішній вигляд закріпленого на велосипеді пристрою

#### Основні характеристики велосипеда:

- тип і матеріал рами: складна, сталева;
- батарея: літієва, 36В / 10Агод;
- пробіг на одному заряді: до 35 км (при використанні PAS, залежить від манери їзди, навантаження, рельєфу);
- діаметр коліс: 20 дюймів;
- двигун: 250W;
- гальма: Передні V-brake, задні барабанні;
- максимальна швидкість: 25 км / год;
- час зарядки: 6-8 годин;
- навантаження: до 110 кг;
- вага: 23 кг.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45



### 3.2. Виконання експерименту та обробка результатів

Щоб записати дані з акселерометру до мікроконтролера було підключено адаптер для карт пам'яті – MicroSD Card Adapter (рис. 3.4).



Рисунок 3.4. Загальний вигляд MicroSD Card Adapter

Адаптер складається з двох основних компонентів, завдяки яким можна записувати дані з датчиків, що підключенні до мікроконтролера. Перший компонент це чіп 74LVC125A, що перетворює вхідну напруги з діапазону 3,3 – 5 В на 3,3 В. Ця складова дозволяє використовувати при значенні вхідної напруги від мікроконтролера 3,3 або 5 В. другий компонент – вбудований регулятор напруги, який додатково проводить регулювання напруги до позначки 3,3 В.

MicroSD Card Adapter підключається до мікроконтролера за допомогою SPI інтерфейсу.

Результати визначеного акселерометром прискорення записувалося на картку пам'яті з інтервалом в одну секунду.

Вимірювання здійснювалося при їзді на велосипеді з жорстко закріпленим пристроєм на кермі та закріпленим на руці велосипедиста.

Отриманні результати вказанні в табл. 3.1 – 3.2.

Таблиця 3.1 – Пристрій закріплений на кермі велосипеда

<i>№ n/n</i>	<i>Час, с</i>	<i>Прискорення по осі x, м/с<sup>2</sup></i>	<i>Прискорення по осі y, м/с<sup>2</sup></i>	<i>Прискорення по осі z, м/с<sup>2</sup></i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0.	0	0,39	0,04	12,59
1.	1	0,98	-2,04	12,16
2.	2	0,27	-0,08	12,55
3.	3	1,02	-0,51	12,43
4.	4	-2,86	0,63	15,53
5.	5	0,82	-2,12	12,67
6.	6	0,67	1,29	12,12
7.	7	2,12	0,90	13,26
8.	8	0,78	2,00	12,43
9.	9	2,43	3,41	12,55
10.	10	1,18	2,24	12,63
11.	11	3,84	-2,12	11,14
12.	12	0,78	0,82	13,30
13.	13	-1,18	-2,35	12,55
14.	14	1,96	-0,04	11,57
15.	15	1,41	-0,24	12,59
16.	16	1,88	0,12	13,73
17.	17	0,31	-0,24	12,51
18.	18	4,94	1,77	11,10
19.	19	4,90	3,30	11,92
20.	20	3,10	3,02	12,28
21.	21	3,53	0,94	12,28
22.	22	2,55	1,92	13,02
23.	23	0,94	-2,28	12,12
24.	24	2,59	0,04	12,63
25.	25	3,18	-3,02	11,38

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Продовження таблиці 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
26.	26	-3,65	2,86	14,63
27.	27	3,80	-2,63	10,55
28.	28	1,96	-1,65	10,98
29.	29	-1,26	-1,96	11,57
30.	30	0,86	0,90	12,55
31.	31	-1,37	0,08	10,20
32.	32	1,29	-2,00	12,12
33.	33	1,96	-1,37	12,98
34.	34	0,67	1,41	13,53
35.	35	-1,53	1,22	12,32
36.	36	1,41	1,41	12,79
37.	37	2,82	2,31	13,22
38.	38	-3,73	2,75	16,63
39.	39	-4,82	0,27	14,63
40.	40	3,06	-3,84	12,43
41.	41	-3,02	-1,33	12,71
42.	42	-2,08	-1,33	13,85
43.	43	-2,47	1,92	12,16
44.	44	-1,22	0,90	11,96
45.	45	-3,80	0,12	13,45
46.	46	1,29	-0,20	10,47
47.	47	-1,26	-3,69	11,30
48.	48	-0,78	0,43	13,57
49.	49	0,51	-0,51	13,45
50.	52	-0,39	1,26	14,67
51.	51	-6,59	0,39	10,28
52.	52	-3,22	0,75	11,81
53.	53	-2,28	0,35	13,10

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Продовження таблиці 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
54.	54	-2,04	2,28	13,89
55.	55	2,04	5,53	8,87
56.	56	-0,16	1,14	12,36
57.	57	0,31	1,92	15,65
58.	58	-1,37	0,27	10,87
59.	59	-1,65	-1,29	12,20
60.	60	1,33	2,08	11,22

Таблиця 3.2 – Пристрій закріплено на руці велосипедиста

<i>№ n/n</i>	<i>Час, с</i>	<i>Прискорення по осі x, м/с²</i>	<i>Прискорення по осі y, м/с²</i>	<i>Прискорення по осі z, м/с²</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0.	0	-0,59	1,61	11,85
1.	1	-1,96	0,00	12,79
2.	2	-5,61	1,26	11,06
3.	3	-1,69	1,29	10,87
4.	4	-4,98	2,51	11,06
5.	5	-3,06	1,84	6,71
6.	6	-3,08	0,78	10,79
7.	7	-1,88	2,16	12,00
8.	8	1,02	-0,90	10,79
9.	9	0,24	0,82	12,75
10.	10	-4,47	2,71	13,34
11.	11	-0,08	3,02	13,38
12.	12	-0,09	3,77	12,91
13.	13	-0,82	-1,18	11,38
14.	14	10,79	-0,27	9,73
15.	15	-2,12	0,71	12,51

Продовження таблиці 3.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
16.	16	-1,41	-3,77	11,69
17.	17	-0,51	-5,02	11,10
18.	18	-3,06	-2,86	7,49
19.	19	-0,51	-7,53	9,14
20.	20	2,98	-1,61	8,16
21.	21	1,18	-0,71	11,49
22.	22	0,43	-4,20	11,26
23.	23	1,49	3,06	16,95
24.	24	-4,43	-1,53	10,71
25.	25	-7,22	0,98	12,47
26.	26	3,57	3,30	9,02
27.	27	-2,79	1,77	13,30
28.	28	1,45	0,90	12,40
29.	29	-2,20	0,31	11,92
30.	30	1,22	-0,39	13,26
31.	31	2,08	-0,35	11,30
32.	32	-2,51	-0,75	9,26
33.	33	-5,41	4,67	8,67
34.	34	-7,96	4,67	19,14
35.	35	2,24	0,08	14,44
36.	36	-1,45	-3,30	10,75
37.	37	1,02	-4,35	10,83
38.	38	2,39	1,84	13,34
39.	39	-2,79	-0,24	13,65
40.	40	3,37	-1,92	9,65
41.	41	7,57	-2,28	12,55
42.	42	-0,94	-4,79	9,77
43.	43	-0,16	-4,47	16,67

Продовження таблиці 3.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
44.	44	-0,59	-2,59	11,22
45.	45	1,96	-2,12	11,92
46.	46	-3,57	-1,29	11,92
47.	47	2,20	4,82	20,52
48.	48	0,27	-0,24	11,73
49.	49	4,47	1,77	12,98
50.	50	1,22	-6,59	9,14
51.	51	-3,88	-8,32	6,71
52.	52	1,69	-8,94	5,69
53.	53	-3,92	-4,24	10,67
54.	54	-0,51	1,77	13,69
55.	55	-1,02	-0,78	12,94
56.	56	3,33	0,94	12,79
57.	57	3,77	1,33	12,94
58.	58	-3,45	-0,31	14,40
59.	59	-3,18	0,04	10,36
60.	60	-3,22	-2,82	15,42

Вимірювання відбувалися в інтервалі 60 секунд і в двох випадках було проїхана одна й та ж ділянка дороги.

Також, додатково було зафіксовано значення швидкості за допомогою векторного способу, результати наведені в табл. 3.3 – 3.4.

Таблиця 3.3 – Пристрій закріплено на кермі велосипеда, значення швидкості

<i>№ n/n</i>	<i>Час, с</i>	<i>Швидкість, км/год</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
0.	0	0
1.	1	12,80
2.	2	9,25
3.	3	9,65
4.	4	9,78
5.	5	11,37
6.	6	9,82
7.	7	9,94
8.	8	11,10
9.	9	10,63
10.	10	11,81
11.	11	10,99
12.	12	9,86
13.	13	10,50
14.	14	9,01
15.	15	9,59
16.	16	10,50
17.	17	9,01
18.	18	9,59
19.	19	10,00
20.	20	11,11
21.	21	9,81
22.	22	11,35
23.	23	12,37
24.	24	11,75
25.	25	11,19

Продовження таблиці 3.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
26.	26	11,50
27.	27	9,31
28.	28	10,51
29.	29	8,65
30.	30	8,19
31.	31	10,04
32.	32	7,77
33.	33	9,12
34.	34	10,17
35.	35	10,97
36.	36	9,58
37.	37	10,74
38.	38	11,94
39.	39	12,73
40.	40	10,58
41.	41	10,17
42.	42	8,91
43.	43	10,67
44.	44	9,55
45.	45	9,24
46.	46	9,67
47.	47	8,74
48.	48	7,89
49.	49	10,14
50.	50	10,40
51.	51	11,46
52.	52	7,47
53.	53	8,63

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Продовження таблиці 3.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
54.	54	9,64
55.	55	10,85
56.	56	10,66
57.	57	9,68
58.	58	12,48
59.	59	8,52
60.	60	8,69

Таблиця 3.4 – Пристрій закріплено на руці велосипедиста, значення швидкості

<i>№ n/n</i>	<i>Час, с</i>	<i>Швидкість, км/год</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
0.	0	0,00
1.	1	12,60
2.	2	9,36
3.	3	8,21
4.	4	8,36
5.	5	8,61
6.	6	5,42
7.	7	7,89
8.	8	9,39
9.	9	8,58
10.	10	9,97
11.	11	10,28
12.	12	11,32
13.	13	11,11
14.	14	8,49

Продовження таблиці 3.4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
15.	15	13,11
16.	16	9,31
17.	17	8,22
18.	18	7,92
19.	19	5,21
20.	20	7,24
21.	21	6,87
22.	22	8,71
23.	23	8,23
24.	24	13,86
25.	25	7,50
26.	26	9,39
27.	27	10,03
28.	28	10,10
29.	29	10,41
30.	30	8,83
31.	31	10,36
32.	32	9,54
33.	33	6,59
34.	34	6,34
35.	35	15,07
36.	36	12,54
37.	37	7,72
38.	38	7,97
39.	39	11,25
40.	40	9,94
41.	41	8,79
42.	42	11,87

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Продовження таблиці 3.4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
43.	43	7,09
44.	44	11,61
45.	45	8,36
46.	46	9,22
47.	47	8,33
48.	48	17,25
49.	49	10,19
50.	50	12,12
51.	51	7,62
52.	52	7,09
53.	53	6,60
54.	54	7,83
55.	55	10,60
56.	56	9,61
57.	57	11,33
58.	58	11,82
59.	59	10,32
60.	60	7,55

Після отримання значень побудуємо графіки залежності прискорення відповідної осі від часу, коли пристрій було жорстко закріплено на кермі велосипеда (рис. 3.5 – 3.7).



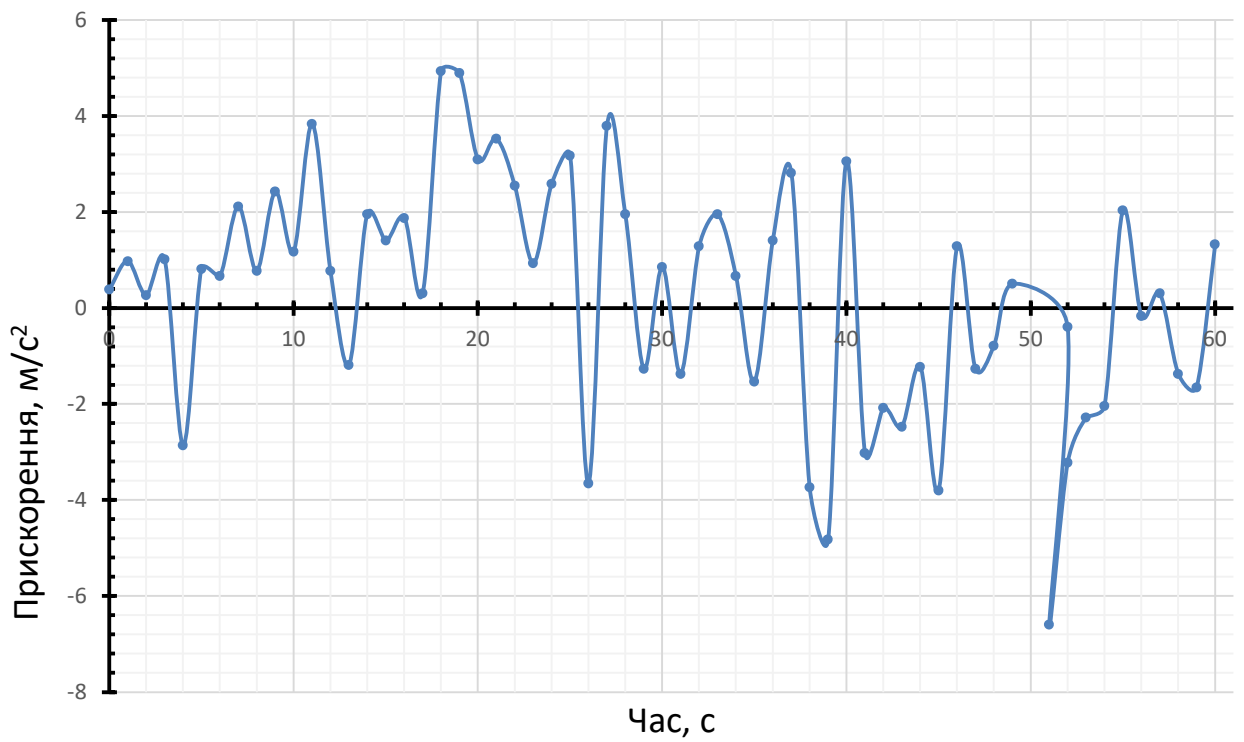


Рисунок 3.5. Зміна прискорення по осі  $x$  в часі при закріпленому пристрої на кермі

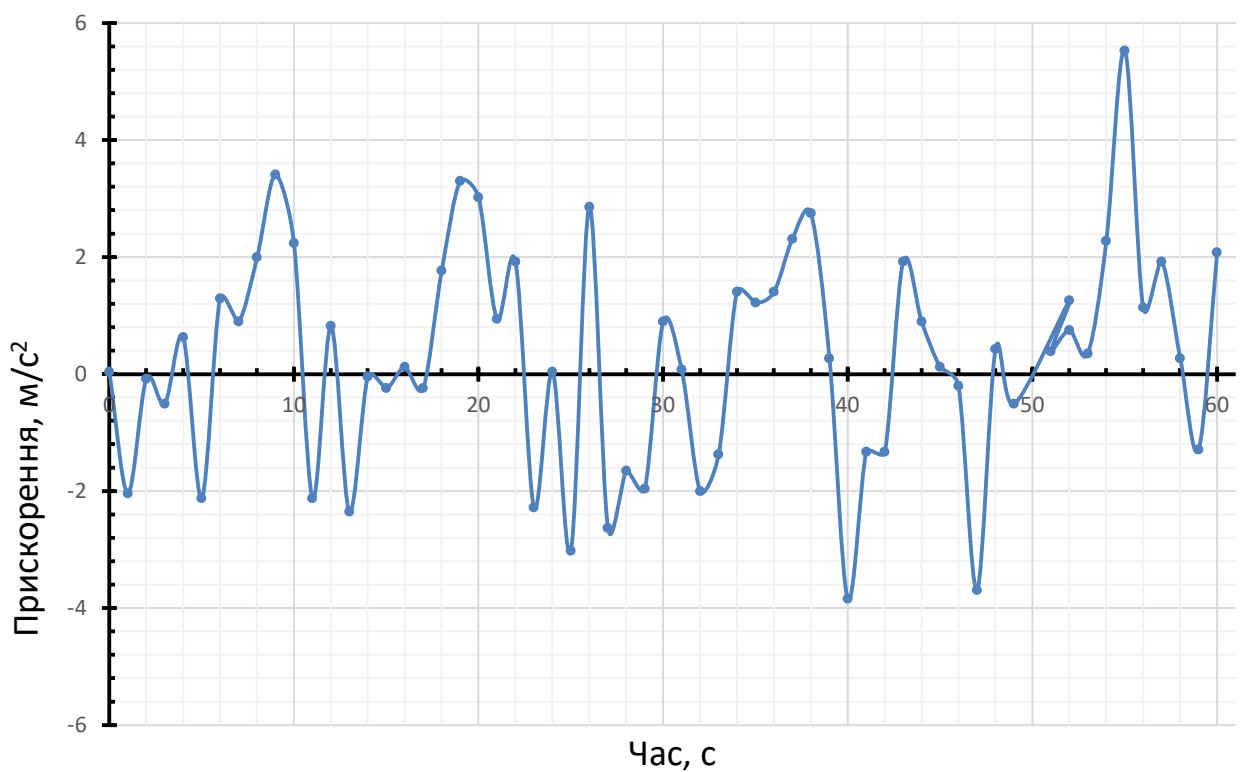


Рисунок 3.6. Зміна прискорення по осі  $y$  в часі при закріпленому пристрої на кермі

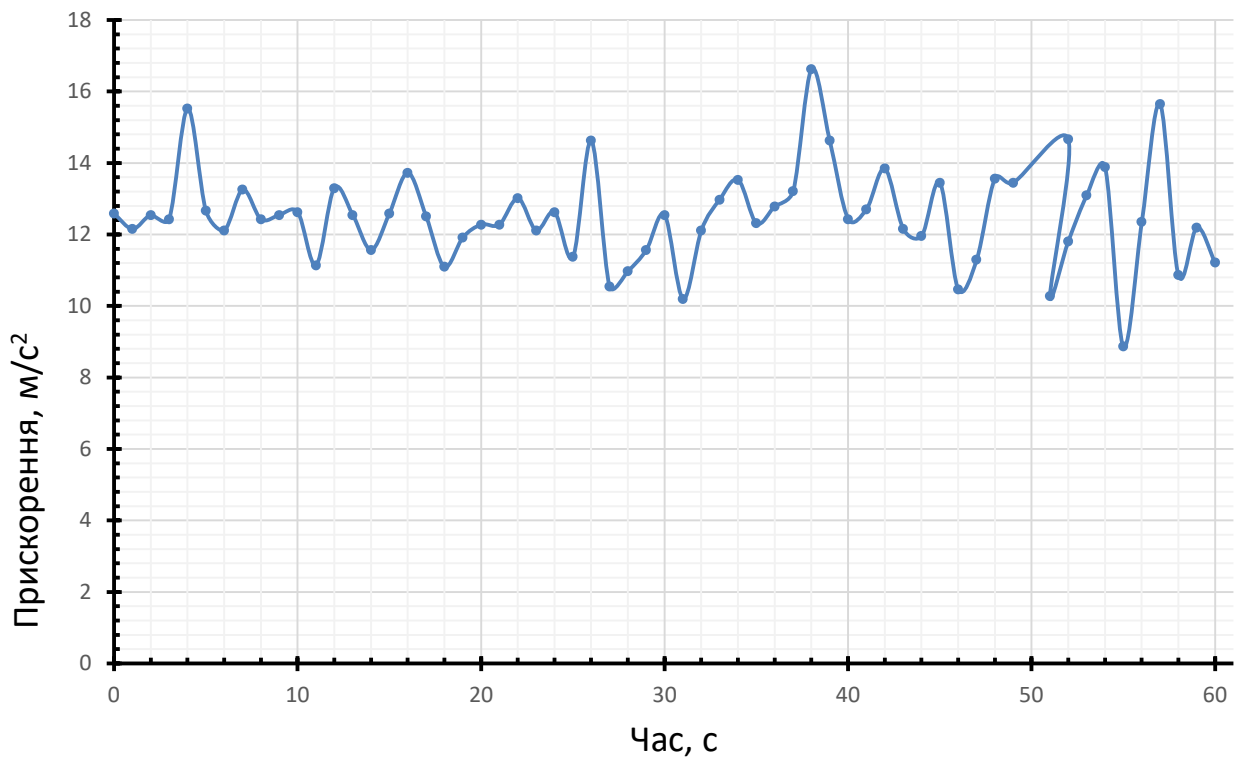


Рисунок 3.7. Зміна прискорення по осі z в часі при закріпленому пристрої на кермі

Побудуємо такі ж залежності, але для результатів, що були отримані вимірювання прискорювання, коли пристрій було закріплено на руці велосипедиста (рис. 3.8 – 3. 10).

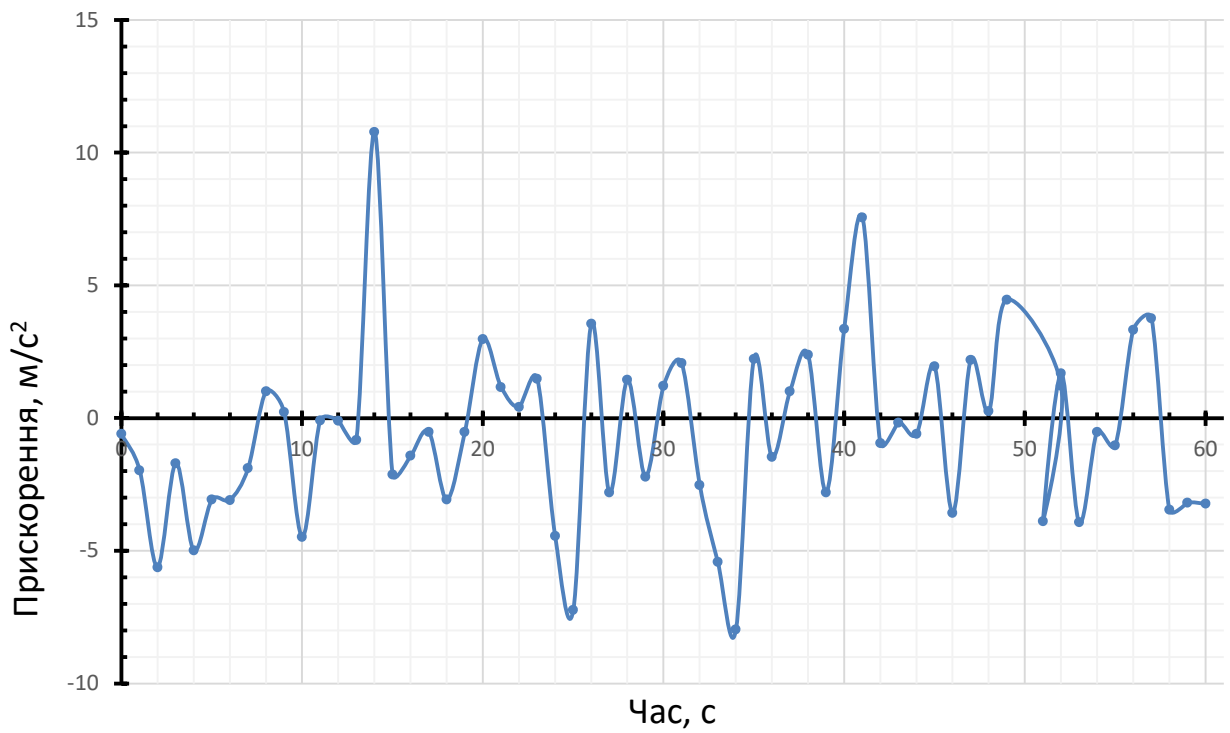


Рисунок 3.8. Зміна прискорення по осі x в часі при закріпленому пристрої на руці велосипедиста

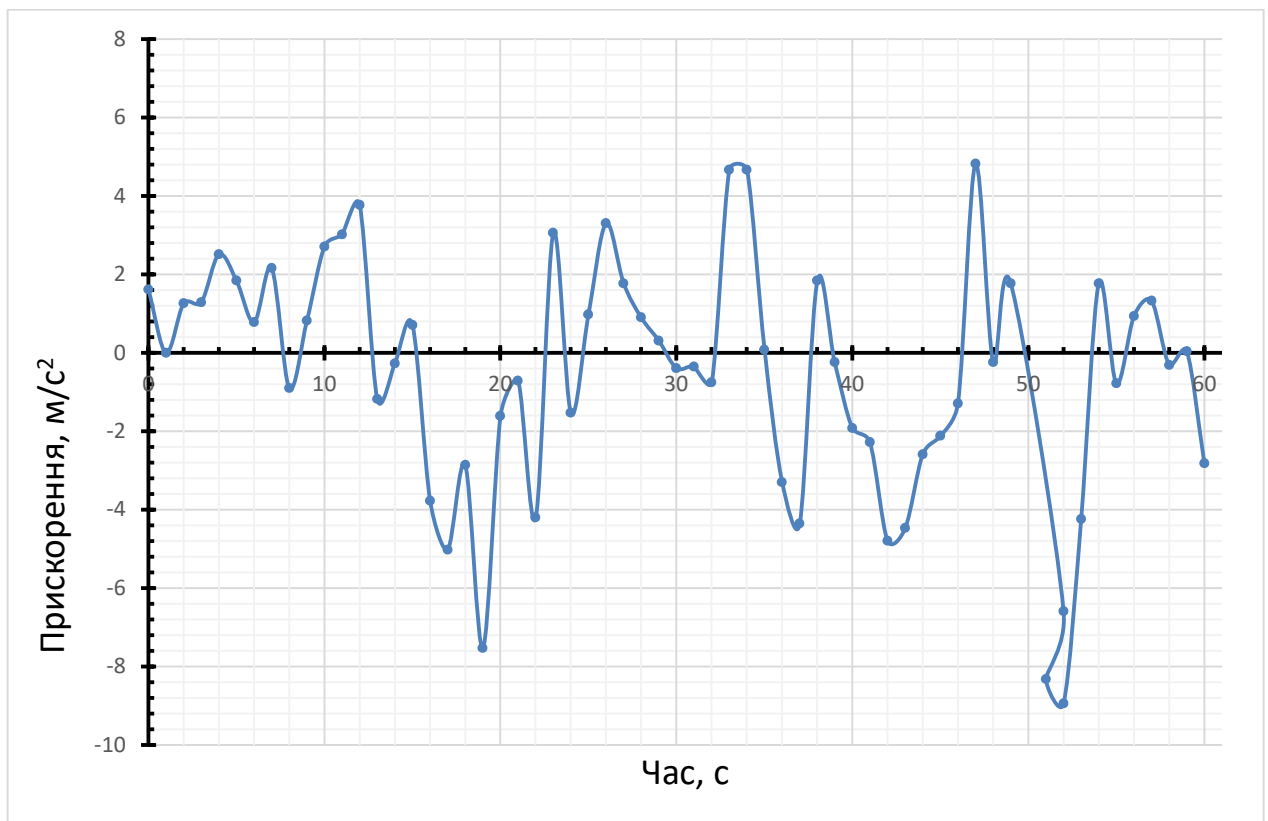


Рисунок 3.9. Зміна прискорення по осі y в часі при закріпленому пристрої на руці велосипедиста

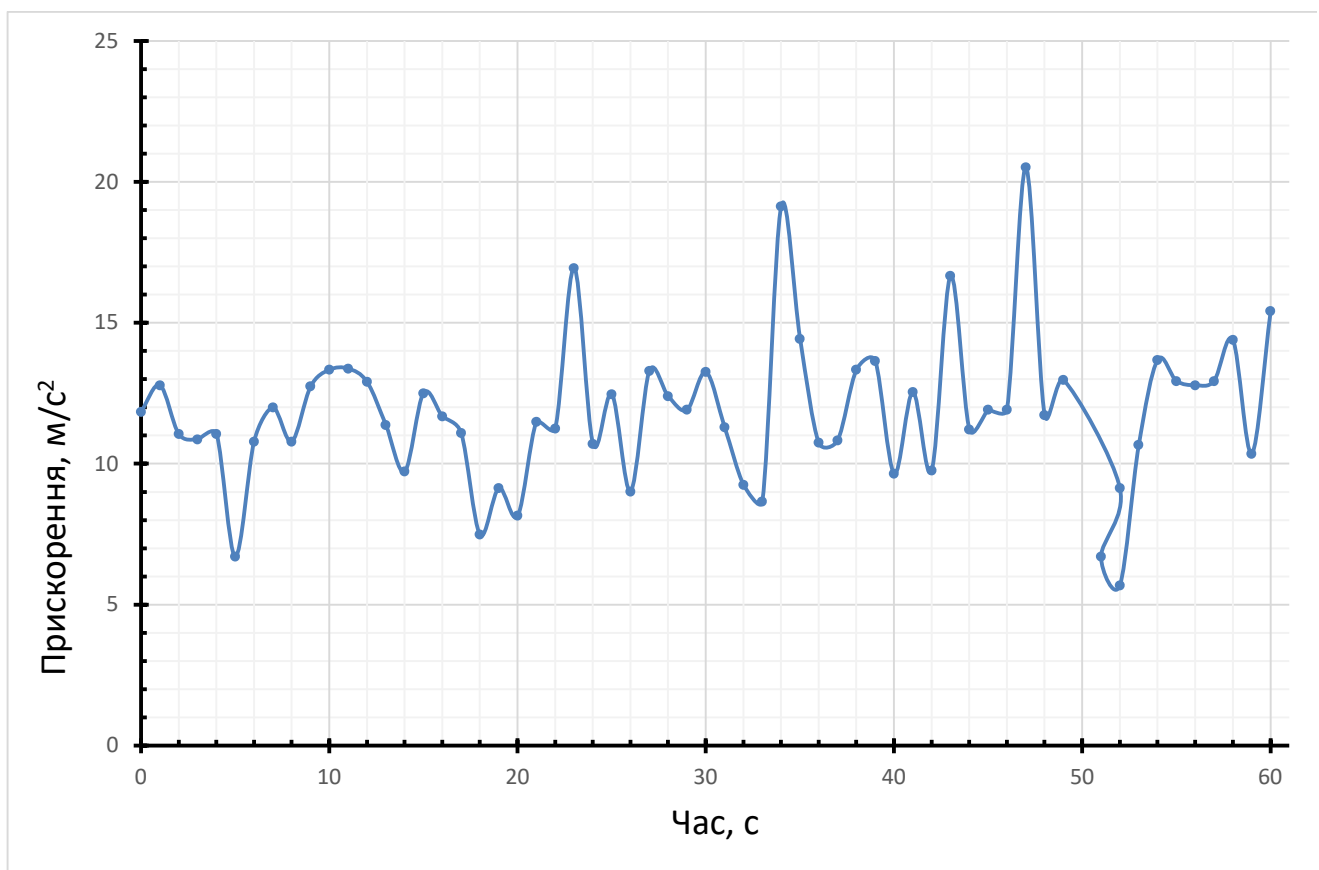


Рисунок 3.10. Зміна прискорення по осі z в часі при закріпленому пристрої на руці велосипедиста

Порівнюючи між собою отримані графіки можна зробити висновок, що коли пристрій було жорстко закріплено на кермі велосипеда розкид значень на багато менший, ніж при його закріпленні на руці велосипедиста.

Підводячи підсумок тебе відмітити, що даний пристрій для більш точної роботи слід розташовувати закріпленим на кермі, бо в цьому випадку на показання акселерометра не впливають випадкові рухи велосипедиста.

### 3.3. Висновок до третього розділу

При виконанні розділу експериментального дослідження було протестована робота прототипу пристрою в реальних умовах його використання.

Результатом виконаного експерименту є значення прискорення по осям при різних умовах використання пристрою. Пристрій було жорстко закріплено на кермі

велосипеду та руці велосипедиста. Значення прискорення фіксувалося протягом однієї хвилини через кожну секунду.

Для обробки даних, що були отримані в ході виконання експерименту було побудовано залежності прискорення від часу. Можна зробити висновок, що при роботі акселерометра виникає шум та хибні значення, які впливають на роботу пристрою. Але порівнюючи результати, які були отримані, коли пристрій було зафіксовано на кермі і закріплені на руці велосипедиста можна зробити висновок, що при закріпленні до керма додає жорсткості конструкції і дозволяє зменшити промахи при вимірюванні.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

### 3. СТАРТАП-ПРОЕКТ

Стартап на сьогоднішній день набув широкого розповсюдження завдяки зниженню порогу входу на ринок. Стартапом називають підприємство або компанію, яка має інноваційну ідею, але не має достатньої кількості ресурсів для реалізації даної ідеї. Головною метою розробки стартап-проекту є сформулювати свою ідею, підібрати команду однодумців для її реалізації та залучення інвесторів для проведення фінансування.

Створення та виведення стартап-проекту передбачає виконання наступних етапів, а саме визначення ринкової перспективи задумки, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і дії з просування пропозиції для інвесторів.

#### 4.1. Опис ідеї проекту

Ідеєю стартап-проекту є описана в попередніх розділах магістерської дисертації, а саме «Смарт-шолом велосипедиста». Розробка виконує функції індикації намірів велосипедиста під час руху, а саме надання інформації про напрямок повороту та моменту зупинки і додаткова інформує велосипедиста про значення швидкості його руху. Даний пристрій в основному застосовується, як гаджет для велосипедистів, що дозволяє підвищити рівень безпеки в момент руху на велосипеді в місті за умов погіршеної видимості або нічний час та підвищити зацікавленість користувачів користуватися велошоломами, оскільки спостерігається тенденція на їзду на велосипеді без нього, що може призвести до травмування під час аварійної ситуації.

В межах даного підпункту необхідно провести визначення змісту ідеї, можливі напрямки застосування, основні вигоди, які зможе отримати користувач товару та факторів, які відрізняють товар від аналогів (табл. 4.1).

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

<i><b>Зміст ідеї</b></i>	<i><b>Напрямки застосування</b></i>	<i><b>Вигода для користувача</b></i>
Створення пристрою для велосипедистів, який буде оснащений індикацією, яка буде інформувати учасників дорожнього руху про наміри велосипедиста.	1. Спорт	Використовуючи пристрій під час руху в місті в умовах поганої видимості має світлову індикацію, яка виділяє велосипедиста в момент руху серед автомобілів та інформування про швидкість руху.
	2. Використання правоохоронними службами	Використання пристрою для працівників велополіції підвищує видимість співробітника поліції та надає розуміння про наміри під час руху.
	3. Кур'єрські служби	Служби доставки, які в якості засобу для пересування використовують велосипеди.

Головними конкурентами проекту є компанії такі як Lumos та Livall, які є стартап компаніями, що випускають аксесуари для велосипедистів.

На наступному етапі виконаємо аналіз потенційних техніко-економічних переваг запропонованої ідеї, у порівнянні з вище визначними конкурентами. Результати виконаного аналізу внесені до табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик проекту

<i>Техніко економічні характеристики</i>	<i>Потенційні товари або концепції конкурентів</i>			<i>слабка сторона</i>	<i>нейтральна сторона</i>	<i>сильна сторона</i>
	<i>Мій проект</i>	<i>Lumos</i>	<i>Livall</i>			
Економічність (вартість)	низька	висока	висока			X
Габаритні розміри	малі	малі	малі		X	
Час роботи від батареї	1 тиж.	1 тиж.	80 год.		X	
Безпечність	безпечний	безпечний	безпечний		X	
Екологічність	незначний вплив на довкілля	незначний вплив на довкілля	незначний вплив на довкілля		X	
Простота виробництва	простий	відносно складний	відносно складний			X
Наявність додатку	немає	немає	є	X		

Відносно конкурентів описана ідея має перевагу у вартості та в простоті виробництва. Маючи низьку вартість пристрій стає доступніший для широкого сегменту споживачів. Прилад складається з модульних компонентів, тому складання пристрою та налаштування відбувається наче складання конструктору.

Для побудови морфологічної карти слід необхідно визначити основні функції пристрою. Визначення даних функції виконується за результатами наукових досліджень та суто інтуїтивно.

Визначено основних параметрів:

- джерело живлення;
- мікроконтролер;
- модуль радіо сигналу;
- швидкість передачі інформації.



Таблиця 4.3 – Морфологічна карта

<b>Основні параметри</b>	<b>Проміжні рішення</b>				
	<b>1-ше</b>	<b>2-ге</b>	<b>3-тє</b>	<b>4-те</b>	<b>5-те</b>
Джерело живлення, В	12	5	3,3		
Мікроконтролер	Arduino Uno	Raspberry Pi	Arduino Mega	Arduino Nano	Arduino Mini
Модуль радіо сигналу	NRF24L01+	NRF24L01	MX-F01		
Швидкість передачі інформації	до 2 Мбіт/с	до 1 Мбіт/с	до 256 кбіт/с		

#### 4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Технологічний аудит – це проведення оцінки потенціалу ідеї, як об’єкту комерціалізації. При виконанні цього етапу потрібно виконати аудит технологій, з використанням, яких з’являється можливість для реалізації стартап проекту. Аналіз виконується визначенням технологій здійснення ідеї проекту (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

<b>№ п/п</b>	<b>Ідея проекту</b>	<b>Технології реалізації</b>	<b>Наявність технологій</b>	<b>Доступність технологій</b>
1.	Використання акселерометра для визначення моменту зупинки	Програмування мікроконтролеру	Наявні	Доступна
2.	Передача інформація бездротовим шляхом	Програмування мікроконтролеру	Наявні	Доступна
3.	Керування світловим індикатором	Програмування мікроконтролеру	Наявні	Доступна

Після проведення технологічного аудиту можна зробити висновок, що для впровадження проекту необхідні технології наявні.

Технологія реалізації ідеї спирається на інноваційність підходу та полягає у проведенні програмування мікроконтролера. Для того щоб виділитися на сьогодні на ринку потрібно приділити більше уваги третьому пунктові «Керування світловим індикатором».

Ідея проекту можлива для створення та технології доступні. Всі пункти, неведені вище полягають у програмуванні мікроконтролера. Ідея проекту реалізує аксесуар для велосипедистів, який підвищує безпеку під час руху містом.

### 4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Аналіз потенційного ринку стартапу представлено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Кількість головних гравців, од	3
2.	Загальний обсяг продажу, грн/ум. од	5000
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для входу	Конкуренція зарубіжних фірм
5.	Специфічні вимоги до стандартизації	Відсутні
6.	Середня норма рентабельності в галузі, %	40

Виконавши аналіз потенційного ринку можна дійти висновку, що динаміка ринку зростає, на ринку мала кількість гравців та високий показник рентабельності, який дозволить в швидкі темпи покрити витрачені кошти на створення пристрою та отримати прибуток. Одна присутня конкуренція на міжнародному ринку, що є завадою для виходу на ринок.

За попередньою оцінкою проект є прибутковим для входження на ринок.

Виконаємо визначення потенційних груп клієнтів та сформуємо список вимог до товару (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
Створення пристрою, що підвисить безпеку велосипедистів в момент руху містом при поганій видимості, підвисить зацікавленість велосипедистів одягати шолом	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Власники велосипедів</li> <li>– Служби спеціального призначення</li> <li>– Кур'єрські служби</li> </ul>	Використовують цей пристрій для виділення свого положення в транспортному потоці	Висока якість, надійність, відповідність готового пристрою заявленим характеристикам

Підводячи підсумок можна відзначити, що присутня достатня кількість клієнтів, тому вихід на ринок є доцільним.

Споживач отримає продукцію, яка буде відповідати наступним характеристикам високій надійності, високій якості та буде відповідати заявленим характеристикам.

Наступним етапом є аналіз ринкового середовища, а саме визначити фактори загроз (табл. 4.7) та фактори можливостей (табл. 4.8).

Таблиця 4.7 – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Конкуренція на міжнародному ринку	Зменшення продажу	Удосконалення пристрою, вдосконалення системи керування
2.	Обслуговування	Вихід із строю пристроїв	Сервісні центри для ремонту обладнання
3.	Старіння	Застарілі функції	Постійний моніторинг ринку, проведення модернізації пристрою
4.	Відсутність стартового капіталу	Створення пристрою потребує закупівлі комплектуючих	Пошук інвесторів

Виходячи з вище наведеної таблиці видно, що є перешкоди для виходу на ринок. Одна з таких перешкод є конкуренція з боку закордонних компаній, тому потрібно проводити удосконалення продукції. Також, проблемою від якої незастрахований жоден пристрій є старіння. Для подолання цієї перешкоди потрібно проводити постійний моніторинг ринку та виконання модернізації продукту.

Таблиця 4.8 – Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Попит на продукцію	Збільшення виробництва	Впровадження модифікацій
2.	Впровадження нових технологій	Підвищення якості продукту	Зростання попиту
3.	Науково-технічні	Заміщення технології виробництва деталей	Дослідження нової технології виробництва для зміни вартості
4.	Сервісна підтримка	Високий рівень інформаційних технологій та кваліфікованих робітників	Сервісне обслуговування клієнтів дистанційно і/або на місці

Продовження таблиці 4.8

5.	Робота за різних умов	Необхідність роботи за різних погодних умов	Проектування та конструювання приладу з урахуванням цих факторів
----	-----------------------	---	--

Виконуючи аналіз можливостей можна зробити висновок, що існує перелік факторів, які забезпечують успішне впровадження пристрою продукту на ринок. Постійний моніторинг ринку дозволить впроваджувати науко-технічні новинки у пристрій, що дозволить збільшити кількість споживачів. Впровадження сервісного обслуговування дистанційного або очного сприятиме набуття хорошої репутації у клієнтів.

Далі проведемо аналіз пропозиції, де визначимо загальні риси конкуренції. Для цього виконаємо ступеневий аналіз ринку, який наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В якій проявляється характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства</i>
1. Чиста конкуренція	Не велика кількість компаній, які виготовляють такий продукт	Концентрація на якості та доступній ціні.
2. Глобальний рівень конкурентної боротьби	Продукція виробляється по всьому світі	Зручніша система керування, вища якість та доступна ціна.
3. Міжгалузева ознака	Продукція охоплює галузь ІТ	Розробка та покращення роботи додатку для керування.
4. Товарно-видова конкуренція	Конкуренція між товарами одного виду.	Дослідження та розробка нових технологій.
5. Цінова конкурентна перевага	Використання ціни як засіб кращих умов збуту	Моніторинг цін на ринку
6. Марочна продукція	Зареєстрований бренд, марка має вплив на покупця	Реєстрація марки, рекламування товару

Наразі маємо чисту конкуренцію, бо на сьогоднішній день на ринку представлена не велика кількість конкурентів. Глобальний рівень конкуренції присутній тому, що пристрій може використовуватися в будь-якому куточку планети. Конкуренція за видом товару є товарно-видова, оскільки конкуренція спостерігається між товарами одного виду, тому потрібно проводити поліпшення якості, надійності та інноваційності приладу. Впровадження торгової марки та проведення рекламування продукції призводить до закріплення на ринку і зростання попиту серед споживачів.

Після ступеневого аналізу конкуренції на ринку проводиться аналіз умов конкуренції в галузі за М. Портером (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

<i>Складові</i>	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
	Lumos Livall	Наявність у конкурентів товарів аналогів.	Значення розміру поставок.	Клієнти залишають відгуки, оцінюють роботу	Закордонні фірми та перевірений товар
<i>Висновки:</i>	середня інтенсивність конкуренції прийнятна.	Глобальні ринки: ebay aliexpress. Присутні можливості входу в ринок за рахунок нової технології	Постачальники продукції встановлюють ціну	Потреби ринку встановлюють покупці	Безпечність, використання нових технологій

Аналізуючи дані табл. 4.10 можна дійти висновку, що головними факторами впливу є постачальники та споживачі. Постачальники впливають на вартість вихідної продукції та терміни її виготовлення. Споживачі – співвідношення якості до ціни.

З огляду на конкуренцію можливо зробити висновок, що є шанси конкурувати на ринку, завдяки низькій вартості та якості пристрою, що виготовляється.

					<b>МД ПМ-81мп.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Проведемо визначення основних факторів конкурентоспроможності, який формується за результатами попередніх аналізів (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

<b>№ n/n</b>	<b>Фактор конкурентоспроможності</b>	<b>Обґрунтування</b>
1.	Новизна і прогрес	Нова технологія, незвичайна задумка
2.	Гарантія	Гарантія від виробника
3.	Система акцій	Акційні заходи, проведення конкурсів для зацікавлення споживачів
4.	Якість	Якісний продукт, головний критерій для покупця
5.	Обслуговування	Підвищення терміну експлуатації та надання послуг сервісного обслуговування
6.	Умови роботи	Забезпечення роботи пристрою за різних кліматичних умов
7.	Універсальність	Використання пристрою на будь-яких велошоломах

Новизна полягає в розширенні функцій, які виконує шолом велосипедиста та в той же час підвищити рівень забезпечення безпеки. Універсальність пристрою має збільшити кількість продажів та зменшити вартість продукту.

Виконаємо спираючись на дані в табл. 4.11 порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів- конкурентів у порівнянні з Lumos						
			3	2	1	0	1	2	3
1.	Новизна і прогрес	17			X				
2.	Гарантія	16				X			
3.	Система акцій	10			X				
4.	Якість	10			X				
5.	Обслуговування	10	X						
6.	Умови роботи	10			X				
7.	Універсальність	8				X			

Порівняльний аналіз визначив, що за таких же характеристик як у продукції конкурентів головною перевагою проекту є якість та сервісне обслуговування клієнтів.

В заключенні ринкового аналізу можливостей впровадження стартап-проекту є проведення SWOT-аналізу. SWOT-аналізу – матриця, яка містить перелік сильних та слабких сторін, загроз та можливостей. Аналіз виконується на основі попередніх результатів дослідження, які наведені в табл. 4.1 – 4.12, та представлений у табл. 4.13.



Таблиця 4.13 – SWOT аналіз стартап-проекту

<b>Сильні сторони:</b> – сервісне обслуговування; – якість; – універсальність; – низька вартість	<b>Слабкі сторони:</b> – конкуренти на міжнародному ринку; – старіння; – відсутність стартового капіталу.
<b>Можливості:</b> – універсальність; – робота за різних умов; – сервісне обслуговування; – новизна; – збільшення попиту	<b>Загрози:</b> – наявність закордонних фірм конкурентів; – відсутність стартового капіталу; – залежність від постійної модифікації

Після виконання SWOT аналіз стартап-проекту проведемо визначення альтернативи ринку впровадження проекту (табл. 4.14).

Таблиця 4.14 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<b>№ п/п</b>	<b>Альтернатива ринкової поведінки</b>	<b>Ймовірність отримання ресурсів</b>	<b>Строки реалізації</b>
1.	Укласти договір з одним із конкурентів про співпрацю і взаємо обмін запатентованими розробками	висока	2 міс.
2.	Розширення компанії внаслідок збагачення цінними кадрами	середня	5 міс.

Першою альтернативою ринкового впровадження пропонується здійснити укладення договору з одним із конкурентів про співпрацю, що має забезпечити пришвидшити процес розвитку проекту. А також, необхідно поступово розширювати штат компанії кваліфікованими співробітниками, які будуть вносити нові ідеї.

#### 4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розробку ринкової стратегії розпочинають з визначення цільової аудиторії потенційних споживачів (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Фізичні особи	так	високий	відсутня на вітчизняному ринку	просто
2	Спеціальні служби	так	високий	відсутня на вітчизняному ринку	просто
3	Служби доставки	Так	середній	відсутня на вітчизняному ринку	просто
Які цільові групи обрано: фізичні особи та спеціальні служби					

Цільовою групою було обрано фізичних осіб та спеціальні служби, в яких є потреба у використанні пристрою. Вибір зроблений з урахування того, що ці категорії можуть забезпечити більший прибуток.

Виконаємо визначення базової стратегії розвитку в обраному сегменті клієнтів (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Страте гія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспромо жні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
Технічний проект	Стратегія спеціалізації	Адаптація до вимог ринку	Стратегія диференціації

Базовою стратегією розвитку було обрано стратегію диференціації, бо ця стратегія передбачає надання товару відмінних властивостей, що роблять товар відмінним від товару конкурента [29].

На наступному етапі виконаємо визначення базової конкурентної стратегії (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
ні	забирати існуючих	так, метрологічні характеристики та габаритні розміри	Стратегія заняття конкурентної ніші

В якості базової стратегії конкурентної поведінки було обрано стратегію заняття конкурентної ніші. Оскільки, потрібно постійно проводити перевагу над конкурентами та формувати прихильність споживачів.

Використовуючи результати обраних стратегій та вимоги споживачів до товару визначимо стратегію позиціонування (табл. 4.18), яка полягає у формуванні

ринкової позиції. В результаті маємо отримати узгоджену систему рішень, яка вказує напрямки роботи компанії на ринку.

Таблиця 4.18 – Визначення стратегії позиціонування

<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту</i>
Якісний виріб за доступною ціною, простота у використанні, універсальність, доступна ціна	Стратегія диференціації	Дотримання співвідношенню ціна/якість	Надійність, універсальність, доступність

Проект повинен вигравати у конкурентів у співвідношенні ціни до якості та надійності. Продукт компанії по позиціонує себе, як товар, що має високу надійність, універсальність та доступну вартість.

#### 4.5.Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Щоб визначити маркетингову програму потрібно підсумувати результати попередніх етапів та визначити ключові переваги потенційного концепції товару (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
Універсального пристрою з доступною ціною та високою надійністю	Компактний розмір, робота за будь-яких кліматичних умов	Ціна, універсальність, робота в екстремальних умовах

Потенційними перевагами товару є доступна вартість, універсальність та працездатність при складних погодних умовах.

Розробимо маркетингову модель товару (табл. 4.20). Виконаємо визначення ідеї продукту, особливості та властивості.

Таблиця 4.20 – Опис трьох рівнів моделі товару

<i><b>Рівні товару</b></i>	<i><b>Сутність та складові</b></i>		
<i><b>I. Товар за задумом</b></i>	Універсальний гаджет для велосипедистів для підвищення безпеки під час руху		
<i><b>II. Товар у реальному виконанні</b></i>	<i><b>Властивості/характеристики</b></i>	<i><b>М/Нм</b></i>	<i><b>Вр/Тх /Тл/Е/Ор</b></i>
	1. Економічність	Н	Вр
	2. Якість	м	Тх
	3. Надійність	Н	Тх
	4. Технологічність	м	Тх
	5. Універсальність	М	Тх
		М	
		М	
	Якість: ступінь захисту IP67		
	Пакування: картонна коробка з ущільнюючим матеріалом та інструкцією		
Марка: FLS Tech			
<i><b>III. Товар із підкріпленням</b></i>	До продажу: рекламна компанія, гарантія		
	Після продажу: сервісне обслуговування, доставка		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патент, сертифікований документ.			

Було визначено властивості та характеристики продукту. Обумовлено стандарт захисту пристрою, спосіб пакування та дії, які слід виконати до продажу та після продажу, а саме просування товару за допомогою рекламної компанії і надання гарантії споживачу, організація обслуговування та доставки придбаного товару.

В результаті придбання даного товару споживач отримує високий рівень захисту виробу, гарантію від виробника, право на сервісне обслуговування та доставку придбаного пристрою.

Для того, щоб убезпечити продукт від копіювання слід виконати заходи, які не допустять цього. Слід запатентувати модель виробу та корисну модель. Якщо не виконати цей етап проекту є великий ризик втратити прибуток в результаті копіювання продукту іншою компанією.

Перед виконанням наступних етапів визначимо приблизне значення витрат для створення проекту (табл. 4.21).

Таблиця 4.21 – початкові витрати проекту

<i>№</i>	<i>Стаття витрат</i>	<i>Обсяг витрат в 0-й рік, тис. грн</i>
1.	Розробка проектних матеріалів	60
2.	Робоче проектування і прив'язка проекту	25
3.	Витрати на придбання обладнання та устаткування та пристроїв	50
4.	Витрати на приймально-здавальні випробування	40
5.	Витрати на придбання нематеріальних активів	15
6.	Оплата юридичних послуг	30
7.	Витрати на передвиробничі маркетингові дослідження і створення збутової мережі	80
8.	Витрати, пов'язані з формуванням персоналу	200
Разом		500

Наступним кроком є встановлення вартості продукту спираючись на аналіз цін товарів замінників та аналогів та врахувавши можливості цільової групи споживачів.

Межі ціни на товар, які планується встановити вказано в табл. 4.22.

Таблиця 4.22 – Визначення меж встановлення ціни

<i>Рівень цін на товари-замінники</i>	<i>Рівень цін на товари-аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
2-3 тис. грн	2-3 тис. грн	Середній рівень	1-2 тис. грн

Виходячи з проаналізованих даних на цьому етапі вдається досягти висновку, що рівень доходів цільової групи споживачів - середні. Оскільки, встановлено такий рівень доходів, тоді можна сказати з певністю, що продукт може зацікавити покупців з сторони вартості. А також, встановлена ціна не перевищує ціну товарів замінників та аналогів, що є безперечним плюсом з боку даного товару. Надалі завдання буде полягати у проведенні точного фінансово-економічного аналізу стартап-проекту.

Тепер необхідно провести вибір системи збуту товару, каналу збуту та посередників (табл. 4.23).

Таблиця 4.23 – Формування системи збуту

<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
Купують у малій кількості	Своєчасне надання товару та послуг, надання гарантій, забезпечення відповідних умов транспортування.	Продаж різним підприємствам та звичайним споживачам.	Спортивні магазини, інтернет магазини, магазини електроніки

Було обрано глибину каналу збуту, як напрямок розповсюдження готової продукції через різні підприємства, що має збільшити обсяги продажу та відповідно підвищить прибуток компанії.

Аналізуючи вище обрані стратегії слід вибрати стратегію маркетингової комунікації (табл. 4.24).

Таблиця 4.24 – Концепція маркетингових комунікацій

<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
Звичайна поведінка	Виставки, конференції, інтернет-форуми	Представлення, універсальність, доступна вартість	Запевнити про необхідність використання товару	Виставки, конференції, особисті зустрічі

Основна функція маркетингової комунікації полягає у тому, щоб запевнити споживача придбати саме цей пристрій, а не інший. Завдяки широко розвинутим інформаційним технологіям виникає можливість з великою швидкістю отримувати інформацію, тому в планах для просування розробленого продукту, застосувати наступні технології як інтернет-форуми, веб-сайти, соціальні мережі, публікації у Інтернет видання. Не буде й нехтуватись паперовими носіями інформації, такими як технічні каталоги та брошури, якими будуть користуватися державні підприємства. Даний інформаційний матеріал можна побачити на технічних виставках, конференціях, в публікаціях наукових журналів [29].

#### 4.6. Висновки до четвертого розділу

Розглянутий розділ присвячений розробленню стартап-проекту. Головним після проведення проектно-конструкторської роботи провести комерціалізацію отриманих результатів для отримання прибутку та застосування розробки.

При виконанні маркетингового аналізу стартап-проекту визначено головну ідею – шолом велосипедиста, що має підвищений рівень безпеки для пересування



містом в транспортному потоці. Проводячи аналіз отриманих результатів можна зробити висновок, що продукт мати попит серед споживачів та має високу рентабельність, що в свою чергу має привабити інвесторів для фінансування проекту.

На початку було виконано опис ідеї проекту. Виконано аналіз потенційних споживачів та визначено слабкі та сильні сторони проекту, які впливають на його впровадження.

На наступному етапі виконано технологічний аудит. Цей крок дозволяє визначити потенціалу ідеї проекту. Після виконання цього пункту було зроблено висновок, що реалізації ідеї спирається на інноваційність підходу та полягає у проведенні програмування мікроконтролера. Для того щоб виділитися на сьогодні на ринку потрібно приділити більше уваги зовнішньому вигляду виробу та подачі споживачу.

Також, необхідно відмітити для того, щоб проект приносив прибуток потрібно проводити рекламну компанію, використовуючи інтернет платформи, соціальні мережі, написання публікацій та участь у виставках технічного устаткування.

Створений проект можливо вважати перспективним навіть не зважаючи на перепони, які є на початку запуску. До перепон відносяться присутність конкурентів на ринку, відсутність стартового капіталу та швидкого старіння пристрою. Але хоча товар має й сильні сторони такі, як доступна вартість, висока надійність, універсальність та простота у використанні.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головним завданням магістерської дисертації є розробка, створення та дослідження пристрою, що дозволить підвищити безпеку учасників дорожнього руху на велосипедах при поганій видимості.

При виконанні магістерської дисертації на тему «Смарт-шолом велосипедиста» було виконано наступні задачі.

1. Виконано огляд смарт гаджетів для велосипедистів, які допомагають їм. Було виявлено, що пропонується не велика кількість пристроїв, які допомагають попередити аварійні ситуації. Встановлено, що потрібно розробити пристрій, що буде запобігати аварійним ситуаціям та також лишатися функціональним та інформативним.

2. Проаналізовано алгоритм роботи розробленого пристрою та проведено підбір компонентів та їх огляд, для реалізації пристрою для велосипедистів. Розроблена електрична схема з'єднання компонентів з яких складається розроблений гаджет. Наведено інформацію про використані програми для програмування мікроконтролера та представлено програмний код.

3. З використання розробленої моделі було виконано тестування та записані дані акселерометра, які надалі були використанні для аналізу.

4. Проаналізовано дані акселерометра та обрано оптимальний варіант закріплення гаджету на велосипеді, який дозволяє пристрою залишатися робото спроможним і зручним для використання.

5. Розроблено стартап-проект, розглянуті можливості виходу на ринок, наявність конкурентів, перешкоди, які виникнуть при реалізації проекту та аналіз витрат, що чекають у випадку спроби реалізації проекту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лучшие гаджеты для велосипедистов и велосипеда [Электронный ресурс] // Habr. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/litemf/blog/384405/>.
2. 30 Best Bike Gadgets and Accessories for Design-Minded Riders [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://travelaway.me/bike-gadgets/>.
3. Bell L. Best Bike Tech And Cycling Gadgets 2019 [Электронный ресурс] / Lee Bell. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.forbes.com/sites/leebelltech/2019/02/27/best-bike-tech-and-cycling-gadgets-2019/#2b33f4d323ca>
4. Lumos: велошлем со стоп-сигналом и указателями поворота [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://autogeek.com.ua/lumos-veloshlem-so-stop-signalom-i-ukazatelyami-povorota/>.
5. UNLOCK YOUR BIKE WITHOUT KEYS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://bitlock.co/>.
6. Know About Difference Between Microcontroller and Microprocessor [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.tektrong.com/know-difference-microcontroller-microprocessor/>
7. Chaudhari A. 11 Difference between Microprocessor and Microcontroller [Электронный ресурс] / Aniruddha Chaudhari – Режим доступа до ресурсу: <https://www.csestack.org/what-is-difference-between-microprocessor-and-microcontroller/>.
8. ATmegaAVR Datasheet [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf>
9. Desai P. Python Programming for Arduino / Pratik Desai. – BIRMINGHAM: Packt Publishing Ltd., 2015. – 400 с.
10. Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. — СПб.: Питер, 2017. — 400 с.

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

11. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - 2-е изд. перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 464с.: ил. - (Электроника).
12. Accelerometer Sensor [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/accelerometer-sensor>.
13. Трехосевой цифровой акселерометр, диапазон измерений  $\pm 2g/ \pm 4g/ \pm 8g/ \pm 16g$  [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.analog.com/ru/products/adxl345.html#product-overview>.
14. 3-Axis,  $\pm 2g/ \pm 4g/ \pm 8g/ \pm 16g$  Digital Accelerometer ADXL345 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Accelerometer/ADXL345.pdf>.
15. Обзор радио модуля NRF24L01 [Электронный ресурс]. - 2019. - Режим доступа до ресурсу: <https://robotchip.ru/obzor-radio-modulya-nrf24l01/>.
16. nRF24L01 Datasheet [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss\\_Preliminary\\_Product\\_Specification\\_v1\\_0.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf).
17. Работа с беспроводным трансивером nRF24L01 [Электронный ресурс]. - 2013. - Режим доступа до ресурсу: <http://blog.sci-smart.ru/2013/06/nrf24l01.html>.
18. CAN YOU LIVE WITHOUT THE WS2812? [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://hackaday.com/2019/03/26/can-you-live-without-the-ws2812/>.
19. WS2812B Intelligent control LED integrated light source [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.mini-tech.com.ua/download/datasheet/diode/WS2812B.pdf>.
20. I2C Info – I2C Bus, Interface and Protocol [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://i2c.info/>.
21. Understanding the I 2C Bus [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.ti.com/lit/an/slva704/slva704.pdf>.
22. I2C COMMUNICATION – ALL ABOUT I<sup>2</sup>C WITH DIAGRAMS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:

<https://www.seeedstudio.com/blog/2019/09/26/i2c-communication-interface-and-protocol-with-diagrams/>.

23. SPI – INTRODUCTION TO SERIAL PERIPHERAL INTERFACE

[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://blog.seeedstudio.com/blog/2019/11/22/spi-introduction-to-serial-peripheral-interface/>.

24. Аврутов, В. В. Испытания инерциальных приборов [Электронный

ресурс] : учебное пособие / В. В. Аврутов, НТУУ «КПИ им. Игоря

Сикорского». – Электронные текстовые данные (1 файл: 8,16 Мбайт). –

Киев : НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», 2016. – 205 с

25. Павловский М.А. Теоретическая механика / М.А. Павловский, Т.В. Путята.

– К.: Вища шк., 1985. – 328 с.

26. PlatformIO is a new generation ecosystem for embedded development

[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://docs.platformio.org/en/latest/index.html>.

27. Visual Studio Code [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://code.visualstudio.com/docs>.

28. Interfacing Micro SD Card Module with Arduino [Електронний ресурс] –

Режим доступу до ресурсу: [https://lastminuteengineers.com/arduino-micro-](https://lastminuteengineers.com/arduino-micro-sd-card-module-tutorial/)

[sd-card-module-tutorial/](https://lastminuteengineers.com/arduino-micro-sd-card-module-tutorial/).

29. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні ре-

комендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів

інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ

«КПИ», 2016. – 28 с.

30. Магістерська дисертація: організація, вимоги до структури, змісту та

оформлення [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів

ступеня магістра за освітньо-професійними програмами спеціальностей

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152

«Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / КПІ ім. Ігоря

Сікорського ; уклад.: О. К. Нікітін, В. М. Зайцев. – Електронні текстові

					<b>МД ПМ-81мн.006.000 ПЗ</b>	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Приладобудування та автоматизація. Терміни і визначення. Ч.1  
[Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальностей 151  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітня програма  
«Комп'ютерно-інтегровані технології проектування приладів», 152  
«Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», освітня програма  
«Інформаційно-вимірювальні системи та технології в приладобудуванні»  
/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. К. Нікітін, В. М. Зайцев, Т. О.

32.	.	"	00'		"	"	"	"	"	"	"	"	
*****					"I"	00'		"II"	"	"	"	"	:
*****	0-	2017.	-		01.	-		0170-175.					
33.	.	"	00'		"	"	"	"	"	"	"	"	
*****					"I"	00'		"II"	"	"	"	"	:
*****	0-	2017.	-		01.	-		0176-180.					
34.	.	"	00'		"	"	"	"	"	"	"	"	
*****		"			"		"		"		"I"		
*****	00'		"II"		"	"«	»	"«			»	:	
*****	"		0-	2017 . -		053(1).							
35.	.	"	00'	/	"	"	"	"	"	"	"I"		
*****	00'		"II"		"	"	"	"	"	"	0-		
	2017. -		01. -		0116-118.								
36.	.	"	0' 0'		"	"I"	0' 0'		.	"	0' 0'	"II"	
X	"	"	/	"	"	"	"	"	.	"	"	"	/
""	"	"«	" "	"	"	» :	"	"	"	"	"	"	"
16-17	"2017	.	" 0'	.	"I"	" 0'	"	"	.	"	0-		
""	"	" 0'	"	"2017. -	085.								
<a href="https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30566">https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30566</a>													